Phys. g. 121 b (3 Fischer, J. C.

F

39

<36603772990017

<36603772990017

Bayer. Staatsbibliothek

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter

ſo wohl

nach atomiſtiſcher als auch nach dynamiſcher Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge

in

alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Carl Fiſcher

der Philoſophie Prof. zu Jena, der mathematiſch - phyſikaliſchen Geſellſchaft zu Erfurth, der mineralogiſchen Geſellſchaft zu Jena und der naturforſchenden Geſellſchaft Weſtphalens Ehrenmitgliede.

Dritter Theil.

Von J. bis Plat.

Mit ſechs Kupfertafeln in Quart.

Göttingen
bey Johann Chriſtian Dieterich
1800.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter nach alphabetiſcher Ordnung.

J.

Jahr (annus, an, année) iſt derjenige Zeitraum, während deſſen die Erde ein Mahl ihren Lauf um die Sonne vollendet. Nach Verlauf dieſer Zeit haben alſo die Erde und die Sonne wieder ein und die nämliche Lage gegen einander, und die verſchiedenen Jahreszeiten kehren den Orten auf der Erdfläche, ſo wie die übrigen von der Sonne abhängenden Erſcheinungen eben ſo wie vorher zurück. Es iſt dieß auch dieſelbe Zeit, binnen welcher die Sonne ihre ſcheinbare Bahn oder die ſo genannte Ekliptik durch alle zwölf himmliſche Zeichen zu durchlaufen ſcheinet, und heißt dieſerwegen auch das **Sonnenjahr**. Weil von dieſem ſcheinbaren Lauf der Sonne während dieſes Zeitraumes die nämlichen Erſcheinungen in Anſehung der verſchiedenen Jahreszeiten abhangen, ſo hat man dieſen Zeitraum als ein ſehr brauchbares Maß der Zeit angenommen.

Die Größe des Jahres war anfänglich nicht bekannt. Nach dem Zeugniß des **Herodot** [α]) nahmen die Aegyptier zuerſt die Größe des Jahres von 360 Tagen an, indem ſie nämlich das Jahr in 12 Monathe eintheilten, und jeden Monath 30 Tage ſetzten. Die Thebaner aber, welche in Beſtimmung des Jahres nicht ſo wohl auf den Umlauf des Mondes als vielmehr auf den der Sonne Rückſicht nahmen, ſetzten dieſen 360 Tagen noch 5 Tage hinzu, und bemerkten nachher noch, daß dieſes Jahr von 365 Tagen um $\frac{1}{4}$ Tag oder 6 Stunden zu kurz ſey [β]). Da aber die Aegyptier die Größe des Jahres in vollen 365 Tagen annahmen, und den Viertel Tag außer Acht ließen, und folglich die Wiedererſcheinung des Hundsſternes, welche die Ueberſchwemmung des Nils ankündigte, alle vier Jahre um einen Tag ſpäter erfolgte, ſo geſchahe es, daß dieſe Wiedererſcheinung erſt nach $4 \times 365 = 1460$ Jahren auf den nämlichen Tag des bürgerlichen Jahres zurückkehren konnte. Die ägyptiſchen Prie-

α) Hiſtor. ex interpret. *Laur. Vallae.* Francof. 1594. fol. lib. II. p. 48.
β) *Diodor. Sicul.* lib. I. par. II. cap. 1.

ſter hielten nämlich die Zeit, welche über 365 Tage des Jahres noch zu dieſem geſetzet werden mußte, als unglücklich, und ließen ſo die Feſte durch alle Jahreszeiten hindurch fortrücken, und bemerkten bloß die Periode ihrer Wiederkehr auf den vorigen Tag unter dem Nahmen **Hundsſterncyklus** (annus magnus, Dei, cyclus canicularis ſ. ſothiacus), bis endlich Aegypten nach der Schlacht bey Actium eine römiſche Provinz ward, und ein Jahr annehmen mußten, welches an Größe dem julianiſchen gleich war.

Die Griechen nahmen das Sonnenjahr zu 365 Tagen 6 Stunden an. Nach dieſer Angabe war alſo der Mondcykel des griechiſchen Weltweiſen **Meton** von 19 Sonnenjahren oder 6940 Tagen noch 6 Stunden größer als 19 Sonnenjahre; die 100 Jahre darauf eingeführte kallippiſche Periode von 27759 Tagen aber kommt mit 76 Jahren von 365 Tagen 6 Stunden genau überein. Dieſe letzte Periode behielten die Griechen bey, und auf Anrathen des **Soſigenes** ward **Julius Cäſar** bey der Kalenderverbeſſerung bewogen, das Jahr, das ſie vorausſetzet, auch bey den Römern einzuführen. Von dieſer Zeit an hat das Jahr von 365 Tagen 6 Stunden bis auf unſere Zeit den Nahmen **julianiſches Jahr** erhalten.

Nach **Ptolemäus** *) Nachrichten ſtellte **Hipparch** ſorgfältige Beobachtungen über die Zeitpunkte der Nachtgleichen und der Sonnenwenden an, verglich ſie mit denen, welche **Ariſtarch von Samos** 145 Jahre vor ihm angeſtellet hatte, und fand, daß die Sonnenwenden ſeit dieſer Zeit um 12 Stunden früher einfielen. Hiernach ſchien ihm die wahre Länge des Jahres um $\frac{12}{145}$ oder beynahe um $\frac{1}{12}$ Stunde, d. i. 5 Minuten kürzer, als die kallippiſche Periode vorausſetzte, mithin nur 365 Tage 5 Stunden 55 Minuten 12 Sekunden zu ſeyn. Da dieſe $\frac{12}{145}$ Stunden in 4 × 76 Jahren ſo viel als 25 Stunden 9 Minuten betragen, ſo that er den Vorſchlag, vier kallippiſche Perioden zuſammen zu faſſen, und einen Tag daraus wegzulaſſen, weil alsdann 304 Jahre von

*) Almageſtum. lib. III.

von eben ſo vielen Umläufen der Sonne nur um 1 Stunde 9 Minuten abweichen würden. Man hat aber dieſen Vorſchlag nicht angewendet.

Die Methode des Hipparch, alte und neue Beobachtungen mit einander zu vergleichen, haben die neuern Aſtronomen häufig gebraucht. Man findet dergleichen Vergleichungen beym Riccioli [α]), Hevel [β]), Manfredi [γ]), Caſſini [δ]) und de la Lande [ε]). Von dem letztern wird die mittlere Länge des Sonnenjahres auf

365 Tage 5 Stunden 4 Min. 25½ Sekunden geſetzt.

Nach neuern Beobachtungen des Herrn von Zach [ζ]) iſt die mittlere Größe dieſes Sonnenjahres

365 Tage 5 Stunden 4 Minuten 48,016 Sekunden.

Die Zeit, welche die Sonne in ihrer Bahn vom Frühlingspunkt an gerechnet bis wieder zum Frühlingspunkt braucht, heißt, von den Tropen oder Sonnenwenden, das tropiſche Jahr (annus ſolaris tropicus). Weil aber während dieſer Zeit die Fixſterne wegen des Vorrückens der Nachtgleichen um 50″ gegen Morgen gegangen, ſo brauchet die Sonne in ihrer Bahn, um wieder zu dem vorigen Fixſtern zu kommen, noch 20 Minuten 5,7 Sekunden Zeit über das tropiſche Jahr. Dieſe Zeit des Umlaufs der Sonne heißt das ſideriſche Jahr oder das Sternjahr (annus ſidereus). In eben der Zeit rückt auch die Erdferne um 65″ fort; mithin hat die Sonne, um von einer Erdferne bis zur andern zu kommen, 26 Minuten Zeit über das tropiſche Sonnenjahr nöthig. Dieſe Zeit des Umlaufs der Sonne heißt das anomaliſtiſche Jahr.

Weil zwölf Umläufe des Mondes der Zeit eines Jahres nahe kommen, ſo wird auch die Zeitdauer von zwölf Mon-

α) Almageſt. nouum. p. 108. aſtronom. reformat. p. 16.
β) Prodromus aſtronomiae.
γ) De gnomone bononienſi. p. 74.
δ) Elémens de l'aſtronomie. lib. II. chap. 10.
ε) Aſtronomie. 2de edit. §. 885.
ζ) Tabulae motuum ſolis nouae et correctae. Gothae 1792. 4.

denmonathen ein Mondjahr genannt. Nach genauern Beobachtungen beträgt dieß Jahr

354 Tage 8 Stunden 48 Min. und 36 Sekunden.

und iſt daher um 10 Tage 21 Stunden kleiner, als das tropiſche Sonnenjahr.

Von dieſen aſtronomiſchen Jahren muß man die bürgerlichen Jahre unterſcheiden. Bey der Jahrrechnung im gemeinen Leben werden nämlich die Stunden, Minuten und Sekunden ſo lange nicht mit gezählet, als ſie keine ganzen Tage ausmachen. Das gemeine bürgerliche Jahr ſetzt man auf 365 Tage, und wenn drey Jahre verfloſſen ſind, ſo zählet man im 4ten Jahre, welches ein Schaltjahr genannt wird, einen Tag mehr. Dieſer Schalttag (dies intercalaris) fällt in jedem vierten Jahre, auf den nächſten Tag nach dem 23ten Februar, und weil dabey im römiſchen Kalender der 23te Februar zwey Mahl gezählet wird, ſo iſt daher die lateiniſche Benennung bis ſextus entſtanden. Dieſes gemeine Jahr fängt ſich mit dem erſten Januar an, weil um dieſe Zeit zu Julius Cäſar's Zeiten die Sonne in das Zeichen des Steinbocks trat.

Die bürgerlichen Jahre, welche von den verſchiedenen Völkern ſind angenommen worden, ſind entweder Sonnenjahre oder Mondenjahre. Sie beruhen alle auf einer aſtronomiſchen Beobachtung, welche die Größe des Jahres beſtimmt hat, enthalten aber bloß ganze Tage, welche den aſtronomiſch beſtimmten nahe kommen, und laſſen alsdann entweder die Jahreszeiten durch alle Tage des Jahres fortrücken (anni vagi) oder halten ſie durch Einſchaltungen an gewiſſe Tage feſt (anni fixi).

Zu den bürgerlichen Sonnenjahren, in welchen die verſchiedenen Jahreszeiten durch alle Tage des Jahres fortrücken, gehören das alte ägyptiſche, das nabonaſſariſche der Chaldäer, und das yezdegerdiſche Jahr der Perſer von 365 Tagen. Es fällt alſo di Frühlingsnachtgleiche auf alle Tage des Jahres, und kömmt erſt nach Verlauf von 1460 Jahren auf den nämlichen Tag wieder zurück.

Das

Das julianiſche Jahr, welches ſich auf die vorausgeſetzte Dauer des aſtronomiſchen Jahres von 365 Tagen 6 Stunden gründete, ſollte zwar der Abſicht nach ein feſtes Jahr ſeyn. Allein wenn man von dieſem vorausgeſetzten aſtronomiſchen Jahre

365 Tage	5 Stunden	59 Minut.	60 Sekund.	
365 —	5 —	48 —	$45\frac{1}{2}$ —	ſubtrahiret,
ſo iſt der Reſt		11 Minut.	$14\frac{1}{2}$ Sekund.	

mithin wäre jenes Jahr um 11 Minut. $14\frac{1}{2}$ Sek. größer, als das wahre tropiſche Jahr. Multipliciret man dieſen Reſt mit 100, ſo erhält man 1100 Min. 1450 Sek. oder 18 Stund. 44 Minuten, d. h. 100 julianiſche Jahre von 365 Tagen 6 Stunden ſind um 18 Stunden 44 Minuten größer als eben ſo viele tropiſche Sonnenjahre. Hieraus entſteht nothwendig eine Vergrößerung der Monathe durch die Jahreszeiten. Wäre z. B. in einem julianiſchen Jahre gerade den 22. September die Herbſtnachtgleiche eingetreten, ſo würde ſie ungefähr 128 Jahre darauf den 21. September, mithin nach 2.128 Jahren darauf den 20. September u. ſ. f. dahin kommen. Seit der nicäniſchen Kirchenverſammlung im Jahre 325 bis 1582 waren 1257 Jahre verfloſſen, mithin gieng das julianiſche Jahr 1582 beynahe um 10 Tage ſpäter zu Ende als das wahre tropiſche Sonnenjahr, ſo daß die Frühlingsnachtgleiche um 10 Tage früher alſo um den 11. März einfiel. Dieß gab die Veranlaſſung zur Einführung des verbeſſerten Kalenders (m. ſ. Kalender), wobey das Jahr zu 365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten 12 Sek. angenommen iſt, und binnen 400 Jahren allezeit 3 Schaltjahre wegbleiben. Dieſes verbeſſerte oder gregorianiſche Jahr iſt nun wirklich ein fixes, in welchem ſich immer die Frühlingsnachtgleiche um den 20. März hält. Die hier vorausgeſetzte Dauer des Sonnenjahres weicht von dem wahren tropiſchen Sonnenjahre um eine Kleinigkeit ab, welche etwa erſt nach 3200 Jahren einen Ueberſchuß von einem Tage über das tropiſche Sonnenjahr ausmacht.

Von dem yezdegerdiſchen Jahre der Perſer muß man bey ihnen das Jahr unterſcheiden, welches der Sultan

Gelal im Jahre 1079 nach Chriſti Geburt mit Hülfe des Aſtronomen Omar Chejam einführete (annus Gelalaeus), und mit dem Laufe der Sonne noch genauer als ſelbſt das gregorianiſche übereinkömmt. Es wird nämlich hierbey alle 4 Jahre ſieben Mahl nach einander, das achte Mahl aber nur im 5ten Jahren ein Tag eingeſchaltet. Hiernach ſind alſo unter 33 Jahren allezeit 25 Jahre gemeine Jahre und 8 Schaltjahre, oder dieſe 33 Jahre betragen $33 \times 365 + 8 = 12053$ Tage, daß folglich ein Jahr = 365 Tage 5 Stunden 49 Minuten 5 Sek. 28 Tert. vorausgeſetzet wird, welches von der wahren Größe des tropiſchen Jahres ſo wenig verſchieden iſt, daß erſt nach 4320 Jahren ein Ueberſchuß von 1 Tage Statt findet. Ohne Zweifel würde dieſe Art des Einſchaltens der gregorianiſchen vorzuziehen ſeyn, wenn man nicht bey der gregorianiſchen zugleich auf den Mondslauf hätte Rückſicht nehmen müſſen.

Von den bürgerlichen Mondjahren gibt es wieder einige, welche die Jahreszeiten auf alle Tage des Jahres fortrücken laſſen, andere aber, in welchen ſie durch Einſchaltungen an gewiſſen Tagen feſte ſind. Zu den erſtern gehöret das arabiſche oder das muhammedaniſche Jahr, welches aus 12 Monathen beſtehet, die mit 30 und 29 Tagen abwechſeln. In einem Cykel von 30 Jahren wird in den Jahren 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26, 29 dem letzten Monathe, welcher gewöhnlich nur 29 Tage hat, der 30te Tag hinzugeſetzet, daß folglich von den 30 Jahren, 19 von 354, und 11 von 355 Tagen ſind. Es betragen alſo dieſe 30 Jahre 10631 Tage, daß alſo hier ein Mondenjahr von 354 Tagen 8 Stunden 48 Minuten vorausgeſetzet wird, welches vom wahren Mondlaufe jährlich um 36 Sekunden, und in 2400 Jahren um einen Tag abweichet; dagegen hat man hierbey auf die Sonne gar keine Rückſicht genommen.

Zu den feſten Mondjahren, bey welchen zugleich auf den Lauf der Sonne und des Mondes geſehen worden, gehören das athenienſiſche und das jüdiſche Jahr. Das gemeine athenienſiſche Jahr hatte 12 Monathe, welche mit

30 und 29 Tagen abwechſelten, und nahm mit dem Neumonde nach dem Sommerſolſtitio ſeinen Anfang; zu dieſen ſetzten ſie anfänglich in einem Cykel von 8 Jahren dreymahl, nämlich zu Ende des 3ten, 5ten und 8ten Jahres einen Schaltmonath (menſis embolimaeus) von 3 Tagen hinzu, ſo daß das Schaltjahr aus 13 Monathen oder aus 384 Tagen beſtand. Es hatten daher 8 Jahre 99 Monathe oder 2922 Tage, welcher Zeitraum zwar eben ſo lang als 8 Sonnenjahre, jedes zu 365 Tagen 6 Stunden, allein um $1\frac{1}{2}$ Tag kürzer als 99 Mondumläufe ſind, jeden zu 29 Tagen 12 Stunden 44 Minuten gerechnet. Dieſerwegen führten Meton und Euctemon den Cykel von 19 Jahren ein, welchen ſie 235 Monathe, 125 von 30, und 110 von 29 Tagen gaben, ſo daß das 3te, 6te, 8te, 11te, 14te, 16te und 19te Jahr Schaltjahre von 13 Monathen waren, die übrigen aber 12 Monathe behielten. Dieſer Cykel hat alſo 6940 Tage; 19 Sonnenjahre aber haben 6 Stunden, und 235 Mondumläufe $7\frac{2}{3}$ Stunden weniger. Dieß gab dem Kalippus Veranlaſſung, von dem letzten Schaltmonathe des vierten 19jährigen metonianiſchen Cykels noch einen Tag wegzulaſſen, wodurch alsdann dieſe 76 Jahre oder 940 Monathe eben ſo viel als 76 julianiſche Jahre ausmachten, und um $6\frac{2}{3}$ Stunden größer als 940 Mondumläufe wurden. Da aber der ſynodiſche Monath eigentlich um 2 Sekunden länger iſt, als vorhin iſt angegeben worden, ſo gehen von dieſen $6\frac{2}{3}$ Stunden noch 2.940 Sekunden oder 31 Minuten ab, daß folglich die Periode des Kalippus vom Laufe der Sonne eben ſo weit als das julianiſche Jahr, und vom Laufe des Mondes um 6 Stunden 9 Minuten in 76 Jahren abweicht.

Das jetzige Jahr der Juden iſt ebenfalls ein feſtes Jahr, bey welchem zugleich auf den Lauf der Sonne Rückſicht genommen iſt. Es beſteht dieſes aus 12 Monathen, welche mit 30 und 29 Tagen abwechſeln. Das Schaltjahr aber hat 13 Monathe, und der Schaltmonath von 30 Tagen wird zwiſchen dem 6ſten und 7ten Monath eingeſchaltet. Es fängt ſich dieſes Jahr mit dem erſten Neumonde nach der

Herbſtnachtgleiche an. Hierbey gebrauchen die Juden einen Cykel von 19 Jahren, in welchem das 3te, 6te, 8te, 11te, 14te, 17te und 19te Schaltjahre ſind. Unter ihren gemeinen und Schaltjahren kommen aber auch ſolche vor, welche einen Tag mehr oder weniger, als die gewöhnlichen haben, ſo daß der Cykel von 19 Mondjahren, in welchem ſie 235 Monathe zählen, um 1 Stunde und 485 Helakim:, d. i. 1080 Theile der Stunde kürzer iſt, als der julianiſche Mondcykel.

M. ſ. *Wolfii* elementa matheſeos vniuerſae. Tom. IV. elemen. chronolog. *Montucla* hiſtoire des mathematiques. P. I. lib. III. no. XIII ſq.

Jahreszeiten (quatuor anni tempora, ſaiſons). Hierunter verſteht man die vier Theile, in welche das Jahr in Rückſicht der Stellung der Erde gegen die Sonne, beſonders von den Bewohnern der gemäßigten Zonen, eingetheilet wird. Sie heißen, wie bekannt, **Frühling**, **Sommer**, **Herbſt** und **Winter**.

Wenn die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in das Zeichen des Widders tritt, folglich aus der ſüdlichen Halbkugel in die nördliche übergehen will, ſo hebt ſich bey den Bewohnern der nördlichen gemäßigten Zone der **Frühling**, bey den Bewohnern der ſüdlichen gemäßigten Zone aber der **Herbſt** an. Von dieſer Zeit ſteigt die Sonne in ihrer Bahn immer höher, dadurch wächſt die Mittagshöhe derſelben, und die Tage werden länger; auch fallen die Sonnenſtrahlen weniger ſchief auf, und es nimmt die Wärme zu. Dieſer Erfolg dauert ſo lange, bis die Sonne in den Krebs getreten, ihre Mittagshöhe ſo wohl als die Tageslänge am größten geworden iſt, und ihre Strahlen die ſtarke Hitzen verurſachen; man ſagt alsdann, es ſey **Sommer**. Nunmehr kehrt die Sonne von Tage zu Tage wieder nach dem Aequator zurück, die Mittagshöhe und die Tageslänge werden wieder kleiner, und ihre Strahlen in Anſehung der Erwärmung geringer. Iſt nun die Sonne bis zum Aequator wieder zurückgekehret, oder in die Wage getreten, ſo haben wir alsdann **Herbſt**. Von dieſer Zeit an geht ſie in die ſüdliche Halbkugel über,

ihre Mittagshöhe wird immer kleiner, die Tageslänge geringer, und die Sonnenſtrahlen werden weniger erwärmend, bis zu dem Eintritte der Sonne in den Steinbock, wo ſich der Winter anfängt, und wo ſie die kürzeſte Mittagshöhe und die geringſte Tageslänge bey uns gibt. Die ſüdliche gemäßigte Zone hat alle Mahl die entgegengeſetzten Jahreszeiten.

In den Ländern der kalten Zonen gibt es zur Zeit des Frühlings Tage bis in Sommer hinein, wo die Sonne gar nicht untergehet; mithin haben alsdann die Bewohner dieſer Länder einen beſtändigen Tag und beſtändigen Frühling; im Gegentheil fängt im Herbſt eine beſtändige Nacht an, welche bis in Winter dauert.

Was die heiße Zone betrifft, ſo läßt ſich daſelbſt die Eintheilung der Jahreszeiten nicht anwenden. Allen Oertern dieſer Zone geht die Sonne jährlich zweymahl durch den Scheitel, und iſt auch von denſelben zweymahl am weiteſten entfernet. In dieſer heißen Zone fällt gerade zu der Zeit, wo die Sonne am höchſten ſteht, und wo eigentlich Sommer ſeyn ſollte, ein beſtändiger Regen ein; zu der Zeit hingegen, an welcher die Sonne am niedrigſten ſtehet, pflegt es daſelbſt am heiterſten zu ſeyn.

Die Abwechſelungen der Jahreszeiten iſt eine Folge davon, daß die Ekliptik den Aequator unter einem Winkel von 28½ Grad ſchneidet. Fiele die Ekliptik mit dem Aequator zuſammen, ſo würden zu allen Zeiten Tag und Nacht gleich ſeyn, und an allen Orten vorzüglich der gemäßigten Zonen ein immerwährender Frühling herrſchen. Es haben aber die Beobachtungen gelehret, daß die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn nicht gleiche Theile in gleichen Zeiten zurückleget, folglich müſſen auch ſelbſt die Jahreszeiten von verſchiedener Länge ſeyn. So dauert bey uns der Frühling und Sommer ungefähr 186, Herbſt und Winter 179 Tage.

Die abwechſelnden Veränderungen von Wärme, Hitze und Kälte hängen größtentheils von der Sonne ab, allein lokale Umſtände machen hierin eine große Verſchiedenheit. So iſt z. B. in gebirgigen Gegenden mehrentheils eine

größere Kälte, als in mehr ebenen, obgleich auch noch andere zufällige Umſtände Abänderungen bewirken können.

Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. §. 600, 622, 770.

Idioelektriſch ſ. elektriſche Körper.

Imprägnation (impraegnatio, impregnation) bedeutet eben ſo viel als Auflöſung, und wird beſonders von Auflöſungen der Salze und der Gasarten im Waſſer und andern tropfbaren Flüſſigkeiten gebrauchet. So heißt Waſſer mit Salz imprägniret eben ſo viel, als Waſſer, in welchem eine Quantität Salz iſt aufgelöſet worden; Waſſer mit einer Gasart imprägniret, ſo viel, als Waſſer, welches eine Menge Waſſer in ſich genommen hat u. ſ. f. Geräthſchaften zur Imprägnation des Waſſers mit verſchiedenen Gasarten ſ. m. parkerſche Maſchine.

Inbegriff ſ. Volumen.

Inclination ſ. Neigung.

Incruſtation (incruſtatio, incruſtation). Es gibt einige Waſſer, welche fremdartige, erdige, kieſige und ſalzige Theile mit ſich führen, die ſie an die Oberfläche anderer mit ihnen in Berührung kommender Körper abſetzen, und dieſe auf ſolche Weiſe mit einer harten ſteinähnlichen Rinde überziehen. Man heißt alsdann den ſo überzogenen Körper ſo wohl, als auch dieſen Vorgang ſelbſt eine Incruſtation, obgleich der Körper richtiger ein Incruſtat oder vielmehr incruſtirter Körper heißen ſollte.

Die gewöhnlichſten Incruſtationen, welche man antrifft, ſind kalkartig, weil ſich die Kalkerde am leichteſten mit dem Waſſer vermiſcht, und an andere Körper wieder abſetzt. So bilden ſich in unterirdiſchen Höhlen durch das Herabtröpfeln des mit Kalkerde vermiſchten Waſſers die ſo genannten Stalactiten oder Tropfſteine, welche mit der Zeit durch die Incruſtation beſondere Geſtalten annehmen. und zuletzt damit ganze Höhlen ausfüllen können. M. ſ. Höhlen, unterirdiſche. Eben ſo werden in den Gradirhäuſern die Reiſer, durch welche die Salzſole tröpfelt, oder auch andere Körper, welche hineingeleget werden, mit einer kalkartigen

und

und ſalzigen Cruſte überzogen. Die warmen Quellen, welche beſonders wegen ihrer Wärme viele fremdartige Materie auflöſen, beſitzen vorzüglich die Eigenſchaft, andere Körper zu incruſtiren.

Indifferenzpunkt (punctum indifferentiae, point d'indifférence). Herr Brugmanns *) hat dieſen Nahmen einem Punkte eines ſtählernen oder eiſernen Stäbchens gegeben, an welchem der Magnet, womit es beſtrichen wird, ſtehen muß, wenn das eine Ende des Stäbchens gar keine Polarität zeigen ſoll.

Wenn man nämlich eine dünne Stange von Eiſen oder Stahl an dem einen Ende, z. B. mit dem Nordpol eines ſtarken Magnets berühret, ſo erhält dieſes Ende eine ſüdliche, gegen das andere Ende des Stabes hin aber eine nördliche Kraft. Führt man aber den Magnet (fig. 1.) längs des Stäbchens von a nach c hin, ſo erhält am Ende c die ſüdliche und a die nördliche Kraft. Herr Brugmanns kam daher auf den Gedanken, weil während des Hinſtreichens des Magnets das Ende a ſeine magnetiſche Kraft ändert, und aus der ſüdlichen in die nördliche übergehet, daß zwiſchen a und c irgendwo ein Punkt m liegen müſſe, welcher weder nördliche noch ſüdliche Polarität zeiget, ſondern gegen beyde Pole des Magnets gleichgültig iſt, mithin die ſüdliche Spitze einer Nadel eben ſo wohl als die nördliche ziehet, wenn der Nordpol des Magnets, womit die Stange geſtrichen wird, in m angekommen iſt. Er fand dieß auch wirklich durch die Erfahrung beſtätiget. War nämlich der Magnet in m, ſo zeigte a gar keine Polarität, indem c noch ein Nordpol war; rückte er aber den Magnet von m nach c zu weiter fort, ſo fing nun a an eine nördliche Polarität zu erhalten, und in c die nördliche Polarität abzunehmen. Kam er in n, ſo fand er ebenfalls das Ende c gegen die beyden

*) Tentamina philoſophica de materia magnetica eiusque actione in ferrum et magnetem. Franeq. 1765. 4. Philoſophiſche Verſuche über die magnetiſche Materie, und deren Wirkung in Eiſen und Magnet, überſ. mit Zuſätz. von Chr. Gotth. Eſchenbach, Leipz. 1784. 8. S. 70. f.

beyden Pole des Magnets gleichgültig, und wenn er den Magnet von n nach c noch weiter fortrückte, ſo erhielt c eine ſüdliche Polarität, welche am ſtärkſten war, wenn er mit dem Magnet in c ankam. Dieſe beyden Punkte m und n nannte Brugmanns die Indifferenzpunkte oder die Punkte der Gleichgültigkeit für beyde Enden a und c. Herr van Swinden hat hierüber verſchiedene Verſuche angeſtellet, und einen dritten oder den ſo genannten culminirenden Punkt dazu geſetzet. M. ſ. Magnet. Uebrigens finden ſich dieſe Indifferenzpunkte bey allen Eiſen- und Stahlſtäbchen, nur haben ſie bey verſchiedenen Dicken und Längen derſelben andere Lagen, auch hat die Härte des Eiſens und Stärke des Magnets Einfluß auf dieſelbe.

M. ſ. Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre mit Anmerk. von Lichtenberg. § 570. b.

Inflammabilien ſ. brennbare Materien.

Inflexion ſ. Beugung des Lichtes.

Inſekten, leuchtende, ſ. leuchtende Körper.

Intenſität, Wirkſamkeit, Energie (intenſitas, efficacia, energia, intenſité, énergie). Hierunter verſteht man das Vermögen zu wirken, oder die Größe der Kraft, welche nicht von der Quantität der Materie, ſondern von andern mitwirkenden Urſachen abhängt.

Wenn z. B. eine in einem Gefäße eingeſchloſſene Luft ſtark erhitzt wird, ſo vergrößert ſich dadurch ihre Elaſticität, und die Wände erleiden von innen nach außen einen größern Druck als vorher, und hier ſagt man, daß die Intenſität der Elaſticität größer geworden ſey. Wenn ferner ein Körper erhitzt wird, ſo bewirken die Ausdehnung dieſes Körpers nur diejenigen Wärmetheilchen, welche ſich mit der Materie des Körpers verbinden, und welche folglich in Anſehung ihrer Expanſivkraft geſchwächt werden, wodurch nothwendig eine Verminderung der wärmeerzeugenden Kraft bewirket werden muß, ſo daß ſie bey gleicher Dichtigkeit nicht mehr die Stärke, d. i. Intenſität der Hitze zeigen können.

Wenn

Wenn noch ferner zu einem Gewichte ein anderes hinzugeſetzet wird, ſo wird dadurch zwar der Druck oder die Wirkung der Schwere vergrößert; allein man kann hier nicht ſagen, die Intenſität der Schwere ſey größer geworden. Würde hingegen das Gewicht in die Gegenden um die Pole gebracht, ſo würde auch die Sollicität, gegen den Mittelpunkt der Erde ſich zu bewegen, zunehmen, d. h. die Intenſität der Schwere würde daſelbſt größer ſeyn u. ſ. f.

Von entgegengeſetzten Kräften, welche auf einerley Maſſe oder Raum wirken, ſchwächt eine jede der andern ihre Intenſität. Werden ſie aber wieder von einander getrennt, ſo behält auch unter gleichen Umſtänden eine jede ihre vorige Intenſität.

Jovilabium ſ. Nebenplaneten.

Irrlichter, Irrwiſche (ignes fatui, ambulones, feux follets) ſind Lichter oder Flammen von verſchiedenen Größen, welche man über ſumpfigen Gegenden, Kirchhöfen, Schindangern, Mooren, und überhaupt über Oertern, wo Subſtanzen faulen, zur Nachtzeit in der Luft ſchweben ſieht. Dergleichen Luftflammen nimmt man an ſolchen Oertern bald an dieſer, bald an jener Stelle gewahr, und es ſcheint daher, als ob ſie von einem Orte zum andern forthüpften. Dieß vorzüglich gab Anlaß zu dem Mährchen, daß ſie denjenigen, der ſie flöhe, verfolgten, denjenigen aber, der ſie verfolgte, flöhen; imgleichen, daß ſie ſich von demjenigen, welcher fluchte, entfernten, demjenigen aber, welcher betete, näherten. Der Aberglaube hat ſie zu böſern Geiſtern gemacht, welche die Reiſenden irre führten. Selbſt einige Phyſiker haben keine vernünftigere Meinung davon geheget.

Am öfterſten werden ſie in warmen Ländern im Sommer und zu Anfange des Herbſtes gleich nach dem Untergange der Sonne geſehen. Gewöhnlich haben ſie die Größe einer Lichtflamme; die größern werden Irrwiſche genannt, und ſollen in der Gegend um Bologna bisweilen eine Höhe von 12 Fuß erreichen.

Man hat bis jeʒt die Natur der Irrlichter noch nicht genau genug unterſuchet. Beſchreibungen von einigen geſehenen Irrlichtern findet man beym **Dechales** [α]), **Derham** [β]), **Shaw** [γ]), **Hanow** [δ]) und anderen. **Dechales** erzählet, es habe **Robert Fludd** ein Irrlicht verfolget, zu Boden geſchlagen und eine ſchleimige Materie, wie Froſchleich gefunden. **Derham** nahm auf einem moraſtigen Grunde zwiſchen zwey felſigen Hügeln in einer dunkeln Nacht ein Irrlicht wahr, und näherte ſich demſelben bis auf drey bis 4 Ellen. Dieſe Erſcheinung hüpfete um einen verdorrten Dornbuſch herum, und flohe vor ihm, ſo wie er ſich derſelben noch weiter näherte. Es war ein einziger zuſammenhängender Lichtkörper, den er für einen feurigen Dunſt hielt.

Herr **Chladni** [ε]) nahm im Jahre 1781 in der Dämmerung an einem warmen Herbſtabende, kurz nach einem Regen, eine den Irrlichtern ähnliche Erſcheinung im großen Garten bey Dresden wahr. Viele leuchtende Punkte hüpften im naſſen Graſe nach der Richtung des Windes; einige ſeʒten ſich auch an die Räder des Wagens. Bey Annäherung flohen ſie, ſo daß es ſchwer ward, ſie zu erhaſchen; die aber Herr **Chladni** faßte, waren kleine gallertartige Maſſen, wie Froſchleich. Sie hatten weder merklichen Geruch noch Geſchmack, und mochten nach Herrn **Chladni's** Urtheile verfaulte Pflanzentheile ſeyn.

Bey den bisher ſo wenig angeſtellten Beobachtungen über die Irrlichter läßt ſich auf keine Weiſe ihre Natur mit Gewißheit beſtimmen, und alles, was davon iſt geſaget worden, läuft nur auf Muthmaßungen hinaus.

Verſchiedene Naturforſcher, beſonders **Willoughby** und **Ray** haben geglaubet, daß dieſe Irrlichter von leuchtenden Inſekten herrührten; allein ohne alle wahrſcheinliche

Gründe

α) Mund. mathem. Tom. IV.
β) Philoſoph. transact. Vol. XXXVI. n. 411.
γ) Travels etc. Lond. 1754. 4. p. 334.
δ) Phyſica dogmatica. Tom. II. p 233.
ε) Ueber den Urſprung einiger Eiſenmaſſen u. ſ. f. Leipz. 1794. gr. 4. S. 27.

Gründe für dieſe Meinung. Newton [a]) nennt ſie leuchtende Dünſte ohne Hitze, und glaubt, daß zwiſchen dieſen Dünſten und einer Flamme eben ein ſolcher Unterſchied ſey, wie zwiſchen Holze, das ohne zu brennen leuchtet, und einer glühenden Kohle. Nach dem Urtheile der Antiphlogiſtiker ſind ſie gephosphortes Waſſerſtoffgas, welches aus faulenden thieriſchen und vegetabiliſchen Theilen entwickelt wird. Auch Herr Hube [b]) vermuthet, daß die Irrlichter auf ähnliche Art, wie das Leuchten faulender Fiſche, aus faulenden Dämpfen entſtehen, welche ſich in der Luft erheben und ohne Wärme leuchten; übrigens dauerten ſie zu lange, als daß ſie wirklich brennen ſollten.

Auch iſt es möglich, daß an dieſer Erſcheinung die Elektricität einigen Antheil haben kann, und unfehlbar rühren manche Erſcheinungen dieſer Art, welche man für Irrwiſche gehalten hat, von der Elektricität her. Nach Volta [c]) Muthmaßung entſtehen die Irrlichter von der aus moraſtigen Oertern aufſteigenden brennbaren Sumpfluft, welche durch die Vermiſchung mit atmoſphäriſcher Luft entzündet werden kann. Dergleichen durch einen elektriſchen Funken entzündet gebe nämlich eine bläuliche Flamme, welche dem Scheine der Irrlichter ziemlich ähnlich ſey. Nur iſt es nach dieſer Muthmaßung nicht ganz einzuſehen, durch welche Naturoperation ein elektriſcher Funke entſtehe, welcher die aus den Sümpfen aufſteigende Luft anzünden könne. Nach Reimarus [d]) können die Irrwiſche und Irrlichter deßwegen nicht elektriſch ſeyn, weil ihr Licht zu matt wäre. Am wahrſcheinlichſten ſcheint die Meinung der Antiphlogiſtiker zu ſeyn, wenigſtens läßt ſich hieraus das Leuchten und die Selbſtentzündung ſehr leicht denken.

Ein

a) Optice, lib. III. quaeſt. 10. p. 294.

b) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Th. II. Leipz. 1793. 8. 45. Brief S. 351.

c) Lettere ſull' aria inflammabile natiua delle paludi. Como 1776. 8.

d) Vom Blitze. §. 100. u. 168.

Ein Phänomen, welches unfehlbar elektriſchen Urſprungs war, wird vom Herrn **von Trebra** *) erzählet. Am 5ten September 1783 Abends um 10 Uhr erſchien nämlich zu Zellerfeld ein Schein einer Gluth am Himmel, welcher bald ſtärker, bald ſchwächer und bläſſer ward, und nach einer kurzen Zeit wieder aufhörte. Nicht lange darnach ſchoſſen wieder von Abend her matte Flammen, wie beym Nordlichte, nur tiefer in der Atmoſphäre, auf, welche immer heller wurden und ſich mehr näherten, bis in einem Augenblicke das ganze Haus des Herrn von Trebra völlig erleuchtet ward. So flammte es einige Minuten lang, wie ein ſtillſtehender Blitz, und entfernte ſich hernach auf einige hundert Schritte, wo es ſo lange ſtand, daß er es hinlänglich beobachten konnte. Das meiſte Licht befand ſich nahe an der Erde, welches ſich ziemlich, wenigſtens bis zum orangefarbenen, röthete. Sein Umfang mochte etwa 20 Schritte ſeyn, und auf dieſem war alles ſo hell, daß man Kleinigkeiten auch in der Ferne ſehen zu können glaubte. Von dieſem Orte aus ſtrahlte das immer ſchwächer werdende gelbe, bis zum ganz weißen Lichte in noch größerer Entfernung von der Erde, mit bogenförmiger Erweiterung des Umfanges in die Höhe, und erleuchtete den angrenzenden Nebel zwar bis auf eine ziemliche Höhe von der Erde, aber doch nicht ganz durch; indem oben drüber völlige Dunkelheit war. Auf dieſe Weiſe ſtand der lichtflammende Schweif einige Minuten lang, ſchwang ſich hernach mit abwechſelndem Dunkel weiter gegen Mittag hin, und zog, nachdem er ſich hier auch einige Minuten verweilet hatte, in große Entfernung auf den Ort, wo es zuerſt als Schein einer rothen Gluth am Himmel war beobachtet worden. Endlich verſchwand hier dieſes Phänomen, kam aber nach einer halben Stunde wieder, und dauerte bis gegen 1 Uhr des Nachts fort. Am Tage vorher war das Barometer ſehr ſtark gefallen und die Witterung kalt und ſehr regnig geweſen. Selbſt

*) Beyträge zu den elektriſchen Erſcheinungen; im deutſchen Merkur. Oct. 1783.

Selbſt während der Erſcheinung regnete es, und der Wind ging mäßig aus Abend.

Muſſchenbroek [α]) hat unter dem Nahmen ambulones incendiarii brennende Irrwiſche angeführet, welche vor Zeiten in der Gegend von Lüttich, und auch nachher in Holſtein, Frankreich und Italien Häuſer angezündet, und andere Verwüſtungen angerichtet haben ſollen; allein wahrſcheinlich waren dieß keine wirklichen Irrwiſche, ſondern vielmehr ausgebrochene unterirdiſche Erdbrände.

M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel, S. 419 f.; *van Muſſchenbroek* introductio ad philoſophiam naturalem. Tom. II. §. 2507.

Irrſtern ſ. Planeten.

Irrwiſche ſ. Irrlichter.

Isländiſcher Kryſtall ſ. Kryſtall, isländiſcher.

Iſochroniſch (iſochrona, iſochrones). Dieſe Benennungen erhalten Wirkungen, welche gleich lang dauern, oder in gleich langen Zeiten erfolgen. So ſagt man, daß die Schwingungen eines Pendels iſochroniſch ſind, wenn es bey einerley Länge durch gleich große Bogen ſchwingt.

In der höhern Mathematik verſteht man unter iſochroniſch-paracentriſchen Linien diejenigen krummen Linien, in welchen ſich ein von einer Kraft getriebener Körper einem gegebenen Punkte in gleichen Zeiten gleich viel nähert, oder von demſelben entfernet. Für die freye Centralbewegung iſt die hyperboliſche Spirallinie eine ſolche krumme Linie, in welcher ein Körper ſich beweget, wenn ſich die Centripetalkraft umgekehrt, wie der Würfel der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte verhält. Die Fragen von dieſen Linien hat Leibnitz [β]) zuerſt in die Mechanik eingeführet, nachdem er ſie ſchon im Jahre 1687 einem Vertheidiger der carteſianiſchen Phyſik, dem Abt Catelan aufgegeben hatte.

α) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2508.
β) Acta erudit. Lipſ. 1689. p. 195.

Man nennt ſie auch curuae acceſſus et receſſus aequabilis. Beſonders handelt **Euler** *) von ihnen.

Iſoliren (inſulare, corporibus idioëlectricis circumdare, iſoler). Einen Körper **iſoliren**, heißt, ihn von aller Verbindung mit leitenden Körpern ausſchließen, oder ſelbigen mit lauter Nichtleitern umgeben. Wenn die Luft kein Nichtleiter wäre, ſo würden wir überhaupt gar keine elektriſchen Erſcheinungen wahrnehmen können; befindet ſich alſo ein Körper ſchwebend in einer trocknen und reinen Luft, ſo iſt er ſchon an ſich iſoliret. So wird ein Menſch iſoliret, wenn er ſich auf einen Harz- oder Pechkuchen ſtellet. Ein metallener Cylinder, welcher in trockener und reiner Luft durch ſeidene Schnüren aufgehängt, oder auf gläſernen Füßen aufgeſtellet worden u. ſ. f., iſt iſoliret, weil er bloß mit Nichtleitern umgeben, und mit keinem Leiter in Berührung oder Verbindung iſt. Weil die feuchte und auch die auf einen hohen Grad verdünnte Luft ſtark leitet, ſo kann auch ein Körper in ſelbiger nicht gehörig iſoliret werden, und eben daher gehen auch in ihr die elektriſchen Verſuche entweder ſehr ſchlecht oder gar nicht von Statten.

Wenn man Elektricität in einem ziemlich hohen Grade haben will, ſo muß nothwendig ein Leiter, in welchem ſich die aus dem elektriſirten Nichtleiter mitgetheilte Elektricität anſammeln kann, iſoliret ſeyn, weil er ſonſt die erhaltene Elektricität den mit ihm verbundenen Leitern abgeben, und zuletzt der Erde zuführen würde. Hieraus ſieht man ein, daß der erſte Leiter oder Conduktor an der Elektriſirmaſchine iſoliret ſeyn müſſe. Ueberhaupt iſt es vortheilhaft, alle weſentliche Stücke an der Elektriſirmaſchine zu iſoliren, weil man alsdann nach ſeiner Abſicht ſowohl poſitive als negative Elektricität ſich ſehr leicht verſchaffen kann, beſonders wenn mit dem Reibzeuge ein Conduktor in Verbindung iſt. Will man nämlich ſtarke poſitive Elektricität, ſo hebt man die Iſolirung des Reibzeuges oder des damit in Verbindung ſtehenden

*) Mechanica ſ. motus ſcientia. Tom. II. Petrop. 1736. 4. prop. 28-30.

den Conduktors durch eine von ſelbigem bis zum Fußboden herabhängende Kette auf; verlangt man aber ſtarke negative Elektricität, ſo verbindet man den erſten Leiter der Maſchine durch dieſe Kette mit dem Fußboden und läßt das Reibzeug oder den damit verbundenen Conduktor iſoliret. Ueberhaupt wird die Iſolirung, wenn es nöthig iſt, ſehr leicht wieder aufgehoben, wenn man die angehängte Kette entweder ganz wegnimmt, oder ſie außer der Verbindung mit Leitern bringt.

Eben ſo muß auch ein Menſch, wenn er elektriſiret werden ſoll, iſoliret ſeyn. Hierzu bedienet man ſich zu mehrerer Bequemlichkeit der iſolirenden Stative oder Seſſel (inſulatoria, iſoloirs). Dieſe ſind Breter mit Glasfüßen oder Pech- oder Harzkuchen, auf welche man ſich bequem ſtellen oder ſetzen kann. Bey der poſitiven Elektricität wird alsdann der Menſch mit dem erſten Leiter der Maſchine, und bey der negativen mit dem Reibzeuge oder deſſen Conduktor durch einen Leiter verbunden. Nur iſt noch zu bemerken, daß alle die zum Iſoliren beſtimmten Geräthſchaften ſtets trocken müſſen erhalten werden, weil alle anklebende Feuchtigkeit leitet, und der Abſicht entgegen iſt. Es bleibt daher immer vortheilhaft, das Glas, welches zum Iſoliren gebrauchet wird, mit Harz zu überziehen.

Julianiſches Jahr ſ. Jahr.

Julianiſcher Kalender ſ. Kalender.

Julianiſche Periode ſ. Periode.

Jupiter (Iupiter) iſt einer von den Planeten unſeres Sonnenſyſtems, welcher ſich eben ſo, wie alle übrige Planeten, von Abend gegen Morgen durch die Fixſterne hindurch beweget. Seine Bewegung erfolget in einer Bahn, welche um die Erde und um die Sonne ſich erſtrecket; dieſerwegen er auch einer von den obern Planeten iſt, der nie unter der Sonne geſehen werden kann. Vor ſeiner Oppoſition mit der Sonne, wenn er von ihr ungefähr 128 Grade entfernet iſt, wird ſeine Bewegung rückläufig, und nimmt bis zum Augenblicke der Oppoſition an Geſchwindigkeit zu; nachher

wird ſie langſamer und wieder rechtläufig, wenn der Planet, bey ſeiner Wiederannäherung zur Sonne, ihr wieder bis auf 128 Grade nahe gekommen iſt. Die Dauer dieſer rückläufigen Bewegung beträgt ungefähr 121 Tage, und der Bogen des Rücklaufs 11 Grade; aber es finden ſich merkliche Unterſchiede in Abſicht auf die Weite und Dauer verſchiedener Rückläufe Jupiters. Im Gegenſchein mit der Sonne iſt ſein ſcheinbarer Durchmeſſer am größten, nimmt hiernächſt bis zur Zuſammenkunft mit der Sonne ab, und wächſt von da wieder bis zum Gegenſchein; folglich iſt er im erſten Falle der Erde näher und im andern weiter davon entfernet. Jupiter iſt nach der Venus der glänzendſte Planet; ja zuweilen übertrifft er ſogar dieſe noch an Helligkeit.

Die Bahn des Jupiters hat bald ſüdliche bald nördliche Breite, und ſchneidet daher die Ekliptik in zwey Punkten, den ſo genannten Knoten. Die Ebene der Bahn macht mit der Ebene der Ekliptik einen Winkel von 1° 19′ 26″, und die Knoten bewegen ſich jährlich um 1″ zurück. Von der Sonne aus gerechnet iſt Jupiter der fünfte Planet, und ſeine Bahn fällt daher zwiſchen die Bahnen des Mars und des Saturnus.

Nimmt man die Entfernung der Erde von der Sonne = 1 an, ſo iſt nach Herrn **de la Lande** die größte Entfernung des Jupiters von der Sonne = 5,45375, die mittlere Entfernung = 5,20098, die kleinſte Entfernung = 4,94823 und die Eccentricität ſeiner Bahn = 0,25277. Weil ſolchergeſtalt die Eccentricität der Jupitersbahn nicht ſehr beträchtlich iſt, ſo läßt ſich dieſe bey ungefähren Vorſtellungen als einen Kreis betrachten, deſſen Halbmeſſer etwa fünf Mahl größer iſt, als der Halbmeſſer der Ekliptik oder der Erdbahn. Die tropiſche Umlaufszeit des Jupiters beträgt 4330 Tage 8 Stunden 58 Minuten 27 Sekund., oder ungefähr 11 Jahre $315\frac{1}{2}$ Tage, ſo daß er im Durchſchnitt genommen jährlich 30° 20′ 31″ und täglich 4′ 59″ 16‴ ſeines Kreiſes zurückleget. Nimmt man nun an, daß der Halbmeſſer der Jupitersbahn fünf Mahl größer als der Halbmeſſer der Erdbahn

bahn iſt, und beſtimmt daraus die Größe derſelben, ſo läßt ſich alsdann auch ſehr leicht berechnen, daß er in jeder Zeitſekunde 3 Stunden Weges durchläuft.

Wenn alſo die Erde ihre ganze Bahn vollendet, ſo durchläuft Jupiter nur einen Theil ſeiner Bahn, und daraus wird es begreiflich, daß Jupiter auf der Erde geradläufig erſcheint, wenn er in Conjunktion mit der Sonne iſt, rückgängig, wenn er mit der Sonne im Gegenſchein iſt, und ſtillſtehend, wenn er von der Sonne um den vierten Theil des Himmels entfernet iſt. Es ſey nämlich (fig. 2.) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 die halbe Erdbahn um die Sonne, und Jupiter vollende unterdeſſen den Theil von a bis g ſeiner Laufbahn, wenn die Erde die Hälfte ihrer Laufbahn durchläuft; iſt nun die Erde in 1 und Jupiter in a, ſo erſcheinet er aus 1 in A, aus 2 in B, aus 3 in C, aus 4 in D, aus 5 in E, aus 6 in F und aus 7 in G. Wenn man ſich aus der Sonne ſ nach 5 eine gerade Linie vorſtellet, ſo iſt der Winkel E 5 ſ ein rechter Winkel, mithin iſt Jupiter in dieſem Falle von der Sonne um den vierten Theil des Himmels entfernet, und ſcheinet daher etwas ſtille zu ſtehen, in 6 aber iſt der Winkel F 6 ſ ſtumpf, und in 7 iſt Jupiter mit der Sonne gerade im Gegenſchein, und ſcheint daher rückgängig.

Durch Hülfe ſehr ſtark vergrößernder Fernröhre hat man auf dem Jupiter dunkele Flecken, und beſonders Streifen von veränderlicher Geſtalt, wovon hernach noch geredet werden ſoll, beobachtet. Aus der regelmäßigen Bewegung dieſer Flecken hat Caſſini auf die Umdrehung dieſes Planeten um ſeine Axe geſchloſſen, welche binnen 9 Stunden 56 Minuten erfolgen ſoll; wobey ſein Aequator mit der Ebene ſeiner Bahn um die Sonne einen Winkel von 3° macht. Dieſe ſo ſchnelle Umdrehung bey ſeiner beträchtlichen Größe, wo jeder Punkt ſeines Aequators 6550 Toiſen in einer Zeitſekunde zurückleget, hat bey den Polen ſeiner Umdrehung eine merkliche Abplattung zu Wege gebracht. Durch ſehr genaue Meſſungen hat man gefunden, daß ſein Durchmeſſer in

der Richtung der Pole ſich zum Durchmeſſer ſeines Aequators wie 13 zu 14 verhalte.

In der Erdnähe, wenn er mit der Sonne in Oppoſition iſt, beträgt ſein ſcheinbarer Durchmeſſer 49″, in den mittleren Entfernungen aber nur etwa 37″. In derjenigen Entfernung, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, würde er 5,20098 Mahl größer, d. i. 3′ 13″ 25‴ groß erſcheinen; in eben dieſer Entfernung aber erſcheinet der Sonnendurchmeſſer 31′ 57″, d. i. beynahe 10 Mahl größer. Hieraus läßt ſich alſo ſchließen, daß Jupiter im Durchmeſſer faſt 10 Mahl kleiner, als die Sonne, mithin etwa $11\frac{1}{4}$ Mahl größer als die Erde ſey. Es wird alſo der körperliche Raum des Jupiters etwa 1479 Mahl größer als der unſerer Erdkugel ſeyn. Aus den unter dem Artikel, Gravitation, angeführten Gründen erhellet nun, daß Jupiter 340 Mahl mehr Maſſe, als unſere Erde habe, daß folglich Körper in gleicher Entfernung 340 Mahl ſtärker gegen den Jupiter als gegen die Erde gravitiren; mithin beträgt ſeine Dichtigkeit etwa $\frac{340}{1479}$ oder ungefähr $\frac{23}{100}$ von der Dichtigkeit der Erdmaſſe, und die Körper fallen auf ſeiner Oberfläche in einer Sekunde durch $\frac{340}{11,25^2} \cdot 15,1$, d. i. etwa durch 40 Fuß.

Die geringſte Entfernung des Jupiters von der Erde findet alsdann Statt, wenn er mit der Sonne in Oppoſition, zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne iſt; alsdann beträgt dieſe Entfernung, wenn man den mittleren Abſtand der Erde von der Sonne = 1000 ſetzt, 4949 — 1017 = 3932 ſolcher Theile; die größte Entfernung hingegen hat Statt, wenn er mit der Sonne in Conjunktion, zugleich in der Sonnenferne, und die Erde ebenfalls in der Sonnenferne iſt; dieſe Entfernung beträgt alſo 5453 + 1017 = 6470 Theile, wovon jeder etwa 12 Erddurchmeſſer enthält. Es verhält ſich alſo die kleinſte Entfernung des Jupiters von der Erde zur größten beynahe wie 40 : 65 oder wie 8 : 13; daher auch ſein Durchmeſſer bald größer bald kleiner erſcheinet.

Um

Um den Jupiter beobachtet man vier kleine Sterne, die ihn ohne Aufhören begleiten, und daher ſeine Trabanten oder Monde heißen. M. ſ. **Nebenplaneten.** Die Verfinſterungen dieſer Monde haben unläugbare Beweiſe gegeben, daß ſie ſowohl als auch Jupiter dunkele Körper ſind, welche von der Sonne erleuchtet werden. Wenn dieſe Trabanten zwiſchen die Sonne und den Jupiter treten, ſo verurſachen ſie auf dem Jupiter eine wahre Sonnenfinſterniß, welche der völlig ähnlich iſt, die der Mond auf der Erde bewirket.

Die **Streifen** oder **Banden**, welche man durch Hülfe guter Fernröhre auf Jupiters Oberfläche bemerket, ſind von veränderlicher Geſtalt und Lage. Sie ſind mehrentheils unter einander ſelbſt, und mit dem Aequator der Umdrehung parallel, und wurden im Jahre 1633 von **Fontana**, und nachher von **Hevel**, **Riccioli**, **Grimaldi**, **Caſſini**, **Maraldi** [α]) und anderen ſehr fleißig beobachtet. Im Jahre 1664 fand Campani vier dunkele und zwey helle Streifen; im Jahre 1691 ſahe man 7 oder 8, und öfters ſind weniger zu unterſcheiden. Herr Oberamtmann **Schröter** [β]) in Lilienthal hat ſie durch ein ſiebenfüßiges herſchellſches Teleſkop mit 140 bis 210 facher Vergrößerung beobachtet. Er hält ſie für abwechſelnde Verdickungen und Aufheiterungen in der Atmoſphäre des Jupiters, welche ſich aus einem beſtändigen Zuge in ſelbiger erklären laſſen. Ihre Umlaufsbewegung iſt veränderlich, und fällt zwiſchen die Grenzen von 7 Stunden 7 Min. und 9 Stunden 56 Minuten. Es iſt folglich ihre Lage gegen die Oberfläche des Jupiters veränderlich, und ſie bewegen ſich ſchneller, wenn der Zug in der Atmoſphäre ſtärker iſt. Nach der Vermuthung des Herrn **Herſchel** [γ]) ſind die dunkeln Streifen im Jupiter Theile der Oberfläche deſſelben ſelbſt, das Helle hingegen atmoſphäriſche Produkte.

α) Anciens mémoir. de l'Acad. des ſcienc. Tom. II. p. 104. Tom. X. p. 1. 513. 707.; mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1699. 1708. 1711.

β) Beyträge zu den neueſten aſtronom. Entdeckungen; herausg. von Bode. Berlin 1788. 8.

γ) Philoſoph. transact. for 1793. Vol. LXXXIII. P. II.

Daraus ließe ſich erklären, warum in den Hellen keine beſtändigen Flecken geſehen werden. Nach la Place *) leiten die Veränderungen einiger auf dem Jupiter beobachteten Flecken, und die merklichen Unterſchiede in der Dauer der Umdrehungen, welche ſich aus ihren Bewegungen ergeben, auf die Vermuthung, daß ſie nicht an dem Jupiter ſelbſt haften. Vielmehr ſcheinen ſie ihm eben ſo viel Wolken zu ſeyn, welche die Winde in einer ſtark bewegten Atmoſphäre mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten forttreiben.

M. ſ. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde an verſchiedenen Stellen.

Jupitersmonden ſ. Nebenplaneten.

K.

Kälte (frigus, froid). Unſer Körper enthält, ſo lange wir leben, eine Quelle zur Wärme in ſich, d. h. es wird während ſeines Lebens gebundener Wärmeſtoff beſtändig zum freyen gemacht, welcher ſich dem Körper mittheilet, und den Antheil erſetzet, den wir nach den Geſetzen der Verbreitung des Wärmeſtoffs beſtändig an die uns umgebenden Mittel abſetzen. Wenn nun ein anderer uns berührender Körper in einerley Zeit mehr Wärmeſtoff von uns empfängt, als er uns mittheilet, ſo nennen wir ihn kalt. Kälte iſt alſo nichts weiter, als die Empfindung, welche in uns erreget wird, wenn wir Körper berühren, die uns weniger Wärme mittheilen, als ſie von uns erhalten. Es zeiget alſo die Kälte einen Mangel von Wärme an, und zeigt daher nichts Poſitives, ſondern etwas Negatives an. Es iſt nämlich ganz unnöthig, wie ſonſt einige Phyſiker gethan haben, eine eigene kaltmachende Materie anzunehmen, von deren Daſeyn uns gar keine Erfahrung überzeuget, weil wir im Stande ſind, alle mögliche Erſcheinungen bey der Kälte bloß aus der Abweſenheit der Wärme begreiflich zu machen. Uebrigens erhellet ganz leicht, daß der Begriff der Kälte relativ iſt, indem wir unſer Gefühl in Anſehung unſerer eigenen Wärme

*) Darſtellung des Weltſyſtems. aus dem Franz. überſ. v. Hauff. Th. I. Frankf. am Mayn 1797. 8. S. 54 f.

Wärme gleichſam als Maßſtab der freyen Wärme aller uns umgebenden Körper betrachten. So nennen wir einen Körper kälter als den andern, wenn er uns weniger Wärme als der andere mittheilet, oder, wenn er uns mehr Wärme entziehet, als der andere. So iſt z. B. in unſern Ländern das Eis kälter als das Waſſer, obgleich das Waſſer für uns auch kalt ſeyn kann. Auch kömmt uns die Luft nach ſchwülen Sommertagen durch ein Gewitter abgekühlet vor, ob ſie gleich im Vergleich mit der Luft in ſtrengen Wintertagen von uns als warm gehalten wird u. ſ. w.

Der gänzliche Mangel aller Wärme würde die Körper in einen Zuſtand verſetzen, den wir die abſolute Kälte nennen könnten. Allein in der Natur gibt es keinen ſolchen Zuſtand, weil die beſtändig vorhandene freye Wärme durch alle Körper ſich gleichförmig zu verbreiten ſtrebet.

Es entſtehet alſo Kälte aus dem Mangel der freyen Wärme, es mag dieſer Mangel entweder durch wirkliche Abweſenheit der Wärmematerie oder durch Bindung der freyen Wärme entſtanden ſeyn. So kann alſo Mangel an fühlbarer Wärme oder Kälte entſtehen, wenn die Wärme andern angrenzenden Körpern mitgetheilet, oder wenn ſie zur Bildung anderer Körper verwendet wird, wie z. B. bey Verdünſtungen, bey der Bildung des Waſſerdampfes u. d. gl. So wird durch die Abweſenheit der Sonnenſtrahlen die Luft in der Nacht kälter, als im Sommer. Ueberhaupt kann Kälte erfolgen durch Naturoperationen, entweder ohne unſer Zuthun, oder indem wir Veranſtaltungen treffen, welche die freye Wärme ſtark binden. Im erſten Falle nennt man die Kälte eine natürliche, von ſelbſt erfolgende, im andern aber eine künſtliche oder gemachte Kälte. Von letzterer wird der folgende Artikel handeln.

Was die Wirkungen der Kälte überhaupt betrifft, ſo ſind ſie denen der Wärme entgegengeſetzet. So wie die Wärme alle Körper ausdehnet, und bey einem gewiſſen beſtimmten Grade in den flüſſigen Zuſtand verſetzet, ſo bewirket gegentheils die Kälte ein Zuſammenziehen, und verwandelt die flüſſi-

flüſſigen Körper bey einem gewiſſen beſtimmten Wärmegrade in feſte. Alle feſte Körper, auch nicht einer ausgenommen, werden durch die Kälte in einen engern Raum zuſammengezogen. Auch bey flüſſigen Körpern iſt das Zuſammenziehen derſelben durch die Kälte ein allgemeines Phänomen; nur beym Gefrieren einiger flüſſigen Materien ſcheint eine Ausnahme hiervon Statt zu finden, weil dieſe in einen größern Raum ausgedehnet werden; allein es iſt dieß nicht Folge der Kälte, ſondern anderer zugleich mitwirkender Urſachen. M. ſ. Gefrierung. Oele, Fettigkeiten, Wachs, geſchmolzene Metalle werden durch die Kälte, ſelbſt beym Geſtehen noch zuſammengezogen; das Eiſen, der Schwefel und das Spiesglas aber machen hiervon eine Ausnahme, indem dieſe ſich während des Ueberganges aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten ausdehnen; das Queckſilber hingegen ziehet ſich beym Gefrieren in einen engern Raum zuſammen.

In Anſehung der Dämpfe, bey welchen die Wärmematerie nur mechaniſch wirket, bewirket die Kälte ſogleich einen Niederſchlag, und die durch die Wärme aufgelöſeten Körper fallen in ihrer vorigen tropfbaren Form nieder, worin ſie auch gefrieren, wenn die Kälte dazu hinreichend iſt; bey den Gasarten hingegen, bey welchen die Wärmematerie einen chemiſchen Beſtandtheil ausmacht, hat die Kälte allein die Wirkung, daß ſie dieſe in einen engern Raum zuſammenziehet, aber nicht ihrer elaſtiſchen Form beraubet, und eben hierin beſtehet der weſentliche Unterſchied zwiſchen den Dämpfen und den Luftarten.

Der Luftkreis unſerer Erde iſt beſonders der Wirkung einer abwechſelnden Wärme und Kälte ausgeſetzet. Hiervon ſind die Urſachen nicht allein in den zu verſchiedenen Jahreszeiten unter verſchiedenen Winkeln auffallenden Sonnenſtrahlen, ſondern auch ſelbſt in andern lokalen Umſtänden aufzuſuchen. So ſind Länder und Gegenden viel kälter als andere, welche mit dieſen unter einerley geographiſchen Breite liegen, und daher den Sonnenſtrahlen in gleichem Maße ausgeſetzet ſind. Im Ganzen genommen bleibt es aber ausgemacht,

gemacht, daß die Sonne in Rückſicht der verſchiedenen Jahreszeiten den größten Einfluß habe, daß nämlich ihre Strahlen zur Winterszeit weniger erwärmend, als im Sommer, und daher im Winter jederzeit kältere Tage, als im Sommer ſind. Die Lage der Oerter und Gegenden macht hier bloß einen merklichen Unterſchied. Die Erfahrung lehret, daß ein Ort immer deſto kälterer iſt, je höher er über der Meeresfläche liegt; ſelbſt in der heißen Zone finden ſich Berge, welche mit einem immerwährenden Schnee bedecket ſind; und überhaupt gibt es auf der Erdfläche in einer gewiſſen Höhe über der Meeresfläche eine Grenze, welche ſo kalt iſt, daß ein beſtändiger Schnee und Eis daſelbſt ſich befindet, nur iſt dieſe Schneegrenze gegen die Pole zu viel niedriger, als unter der heißen Zone. Sonſt ſuchte man die kältere Temperatur an höhern Orten daher herzuleiten, weil ſich die daſelbſt befindliche dünne Luft nicht ſo ſtark erwärmen laſſe, und weil der größte Theil der Wärme von den zurückgeworfenen Sonnenſtrahlen auf der Erdfläche herrühre, welche die höhern Gegenden des Luftkreiſes nur in geringer Menge erreichten. Allein Herr de Lüc α) zeigt aus Beobachtungen des Herrn Pictet aus Genf, daß die Wärme des Erdbodens und die Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen ſehr wenig Einfluß auf die Wärme der Luft haben, daß vielmehr die Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf die Luft nicht allein von der Dichtigkeit derſelben, ſondern auch von der Beſchaffenheit der Luftſchichten und von der Menge der Wärmematerie, welche ſie enthalten, abhänge; weil z. B. die untere Luftſchichte, wenn ſie mit vielen Dünſten angefüllet iſt, unter gleichen Umſtänden ſich weit ſtärker erwärmen läßt, als wenn ſie rein iſt. Gleichwohl glaubet Kirwan β), daß der größte Theil der Wärme der Atmoſphäre von der Berührung und Mittheilung des Erdbodens herrühre

α) Briefe über die Geſchichte der Erde. Th. II. S. 491 u. f.

β) An eſtimate of the temperature of different latitudes. Lond. 1787-8. Deutſch von Dr. Kühn; im 3ten Theil der durch von Crell beſorgten Kirwanſchen Schriften. Auszug hieraus im gothaiſch. Magazin. B. VI. St. 1. S. 256.

rühre. Da nun die Sonne jede Seite der Berge nur wenige Stunden lang und zwar mit ſchief auffallenden Strahlen beſcheinet, und die dadurch bewirkte Wärme an den Bergſpitzen von der von allen Seiten herkommenden Luft weit geſchwinder als im platten Lande zerſtreuet wird, ſo läßt ſich daraus die Kälte auf den Bergen ſehr leicht begreifen. Vorzüglich kalt ſind auch waldige Gegenden, weil der Schnee und das Eis wegen der vielen Schatten ſpäter aufthauet. Selbſt die Winde können eine ſtarke Kälte im Luftkreiſe zu Wege bringen, wenn ſie, wie z. B. bey uns die Nordwinde, kalte Luft in unſere Gegenden bringen.

Nach de la Metherie [α]) bewirke vielleicht die Luft noch auf eine andere Art, daß die Wärme gleichſam in die Enge gebracht werde. Er glaubet nämlich, man könne behaupten, daß die Luft kein guter Leiter der Wärme ſey; denn es gebe einige Erfahrungen, welche dieſe Meinung beſtätigten; und wenn dieſe Vorausſetzung Grund habe, ſo werde die Luft die Wärme, die ſie enthalte, nicht wieder fahren laſſen. Die Luft wirke in Hinſicht der Elektricität auf gleiche Weiſe; indem ſie mache, daß die Körper, um deren Oberfläche herum ſie ſich angehäufet hat, ihre Elektricität behalten. Es habe alſo dieſe Urſache auf die Wärme, welche durch die Dichtigkeit der atmoſphäriſchen Luft in die Enge gebracht wird, viel Einfluß; denn die Wärmematerie ſtrebe eben ſo, wie die elektriſche, ſich immer ins Gleichgewicht zu ſetzen. Der Herr de Sauſſüre [β]) führet einen Verſuch an, welcher hierin einige Aufklärung geben kann. Er machte ſich einen hölzernen Kaſten, welcher innerlich mit doppelten Korkwänden, die ſchwarz gemacht worden waren und die Dicke eines Zolles hatten, gefüttert war; er verſchloß dieſen Kaſten mit drey Eisſcheiben, die ſehr durchſichtig und ſo über einandergebracht waren, daß zwiſchen denſelben ein Raum von $1\frac{1}{2}$ Zoll übrig blieb, er trug dann dieſe Vorrichtung am 16. Jul 1774. auf den Gipfel des Cramont, deſſen

α) Theorie der Erde a. d. Franz. überſ. Th. II. Leipz. 1797. S. 131.
β) Reiſe durch die Alpen. §. 932.

deſſen Höhe 1403 Toiſen beträgt; die Wärme concentrirte ſich bis zu dem Punkte, daß das Thermometer am Boden des Kaſtens bis auf 70 Grad ſtieg, obſchon die äußere Temperatur nur 5 Grad betrug. Herr Dücarla hat dieſen Verſuch mehrere Mahl wiederhohlt, er brachte verſchiedene cylinderförmige Glocken, deren Gipfel rund war, über einander, und die Wärme, die auf dieſe Art entſtand, war ſo groß, daß er mittelſt derſelben Wachs ſchmelzen konnte. Es können alſo die Schichten der atmoſphäriſchen Luft eben die Wirkung, welche die Gläſer äußern, hervorbringen, und können eben ſo gut wie dieſe, eine Verdichtung der Wärme zu Wege bringen.

Zu den Zeiten Fahrenheits war man der Meinung, daß die ſtärkſte natürliche Kälte ſich nicht über den künſtlichen Froſtpunkt, welcher durch Eis mit Salmiak vermiſcht beſtimmt wird, erſtrecke. Dieſer Grad der Kälte ſollte im Jahre 1709 in Island beobachtet worden ſeyn. Dieß gab Fahrenheit die Veranlaſſung an, ſeiner Thermometerſkale die Null an dieſen Punkt zu ſetzen. Allein dieſe Meinung hat ſich auf keine Weiſe beſtätiget, indem man nachher weit ſtärkere Grade der natürlichen Kälte ſelbſt in unſern Gegenden gefunden hat. In dem harten Winter des Jahres 1740. beobachtete man den tiefſten Stand des Thermometers zu Wittenberg — 40 Grad, und zu Danzig — $12\frac{2}{5}$ Grad nach Fahrenheit. Noch weit ſtärkere Grade der Kälte findet man in Sibirien zum Theil an Orten, deren geographiſche Breiten wenig von den in unſern Gegenden abweichen. Einige Beyſpiele hiervon, welche aus einer in Erxlebens Anfangsgründen der Naturlehre §. 761 mitgetheilten Tabelle genommen ſind, ſind dieſe:

Ort.	Nördl. Breite.	Zeit der Beobacht.	Fahrenh. Grade.
Nerczinsk in Sibirien	51°56′	1736. 20. Jan.	— $35\frac{1}{5}$
Irkutks in — —	52°.17′	1735. 20. —	— $30\frac{2}{5}$
Torneå in Lappland	65°51′	1737. 20. —	— $42\frac{2}{5}$
—— —— —	— —	1760. 5. —	— 130
Kirinskoi-Ostrog in Sibir.	57°47′	1737. 8. Dec.	— 112
—— —— —	— —	1738. 20. Jan.	— 118
Tomsk in Sibirien	65°.51′	1735. 5. —	— $138\frac{1}{2}$
Kirenga ——	— —	1737. ——	— 114
—— ——	— —	1738. ——	— 150
Yeniſeiſk ——	— —	1735. 16. —	— 157

Herr Hofr. **Lichtenberg** bemerket aber dabey ganz richtig, daß die unſichere Beſchaffenheit mancher Thermometer damahliger Zeit wenig Richtiges von dieſer Tabelle erwarten laſſe. Ueberdieß überſteigen auch manche angegebene Grade nach neuen Entdeckungen den wahren Gefrierpunkt des Queckſilbers, bey welchem dieſes Metall, wegen der ungemein ſtarken und unregelmäßigen Zuſammenziehung, kein Maß für die Unterſchiede der Temperatur mehr abgeben kann. Nach den Beobachtungen eines **Hutchins** in der Hutſonsbay fiel das Weingeiſtthermometer nie unter — 46°, wenn auch die Queckſilberthermometer — 300 bis faſt — 500° zeigten.

Zuverläſſiger ſind folgende Beobachtungen: Herr Prof. **Hindenburg** *) fand bey dem ſtrengen Froſte des Jahres 1788 am 17. Dec. früh um 7 Uhr zu Leipzig ein Thermometer mit Fahrenh. Skale von Dollond — 20. Die Kälte fiel, wie gewöhnlich, in dieſem Jahre nicht auf einerley Tag; zu Hannover ward ſie den 16ten, zu Leipzig den 17ten, zu Warſchau den 18ten, zu Wien den 19ten und zu Danzig den 20ſten Dec. beobachtet.

Mehr hierher Gehöriges unter den Artikeln, **Eis, Froſt, Gefrierung, Klima, Wärme.**

Kälte, künſtliche (frigus artificiale, factitium, froid artificiel) iſt überhaupt eine jede durch menſchliche Veranſtaltung hervorgebrachte Kälte, meiſtentheils wird aber dadurch eine ſolche Kälte verſtanden, welche durch Auflöſungen

gen

*) Formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lipſ. 1791. 4. p. VI.

gen oder Vermiſchungen gewiſſer Subſtanzen, ſo wie durch Ausdünſtung, hervorgebracht wird.

Man bringe ein Thermometer in ein Glas mit Waſſer, ertheile ihm die Temperatur des Waſſers, und bemerke ſeinen Stand. Man ſchütte alsdann ſein gepulvertes Kochſalz, Salpeter oder Salmiak hinzu, und rühre alles mit einer Glasröhre wohl um. So wie die Auflöſung des Salzes anfängt, fängt auch gleich das Thermometer zu ſinken an, und ſinkt nun deſto ſchneller, je ſchneller das Salz aufgelöſet wird. Nach **Reaumürs** *) Verſuchen erkältete ein Pfund Kochſalz in 3 bis 4 Pinten Waſſer geſchüttet letzteres um 4 bis 6 reaumur. Grade. Die Auflöſung ſelbſt gefrieret nicht, wenn auch gleich ihre Temperatur unter dem Froſtpunkte iſt; bringt man aber ein Glas mit reinem Waſſer in ſelbige, ſo kann dieſes, zumahl wenn es ſchon an ſich kalt iſt, darin ſehr leicht zum Gefrieren gebracht werden. So bald aber das Salz völlig aufgelöſet iſt, ſo verlieret ſich auch die Kälte wieder.

Noch weit ſtärker wird die Kälte beym Schmelzen des Schnees oder geſtoßenen Eiſes mit kryſtalliniſchen Salzen. Bey der Auflöſung des Salzes in Schnee oder Eis entſteht eine tropfbare Flüſſigkeit, und dabey eine ſo beträchtliche Kälte, daß man reines Waſſer in eine ſolche Miſchung gebracht ſelbſt im Sommer und ſogar über dem Feuer zum Gefrieren bringen kann. Schon **Boyle** hat dieſe Erſcheinungen wahrgenommen, und ſie mit vielen Verſuchen beſtätiget. Nach **Reaumür** haben eine Miſchung von 2 Theilen Kochſalz mit 4 Theilen zerſtoßenen Eis ſelbſt in den heißeſten Tagen das Weingeiſtthermometer auf — 15°; Salmiak und Salpeter auf — 13° und — 11°; Steinſalz und Pottaſche auf — 17° gebracht. Die Kälte, welche durch eine Miſchung von Salmiak und Schnee hervorgebracht wurde, nahm **Fahrenheit** an ſeiner Thermometerſkale zum feſten Punkte, den er mit Null bezeichnete, an. Uebrigens hat Herr **Blagden** dabey gezeiget, daß die größeſte Kälte, welche durch

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1734.

durch jedes Salz mit Schnee oder Eis beym Schmelzen hervorgebracht werden kann, diejenige iſt, bey welcher eine geſättigte Auflöſung eben dieſes Salzes im Waſſer gefrieret. Sobald dieſer Grad hervorgebracht iſt, hört das Schmelzen, und alſo die Urſache der Erkältung, auf.

Die ſtärkſten Grade der künſtlichen Kälte werden durch eine Miſchung des Schnees oder Eiſes mit ſalzſauren Geiſtern und mit kryſtalliniſchen Salzen hervorgebracht. Wenn concentrirte Salpeterſäure, welche ſchon bis zum Eispunkte erkältet iſt, auf doppelt ſo viel Eis oder Schnee, dem Gewichte nach, gegoſſen wird, ſo bringt die dadurch entſtandene Kälte das Thermometer ſehr ſchnell auf — 19°. Werden die Theile, welche mit einander vermiſcht werden ſollen, vor der Miſchung noch ſtärker erkältet, ſo iſt auch die Erkältung bey der Vermiſchung weit beträchtlicher. Durch dieſes Mittel brachten es die Mitglieder der Akademie der Wiſſenſchaften zu Petersburg dahin, daß ſie das Queckſilber zum erſten Mahle gefrieren ſahen, und **Fahrenheit** brachte dadurch eine künſtliche Kälte von — 40° ſeines Thermometers zu Wege. Nach neuen angeſtellten Verſuchen *) bringt die Schwefelſäure die größte Kälte hervor; nächſtdem der rauchende Salpetergeiſt, gemeines Kochſalz und Salmiak; der reine Salpeter aber im geringſten Grade. Noch neuere Verſuche über die Hervorbringung künſtlicher Kälte hat **Richard Walker** β), Apotheker zu Oxford, angeſtellet. Die ſtärkſte kaltmachende Miſchung fand er aus 2 Theilen ſtarker rauchender Salpeterſäure mit 1 Theile deſtillirten Waſſer, worein 4 Theile gepulvertes kryſtalliſirtes Glauberſalz und darnach 3½ Theile gepulverter Salpeterſalmiak geſchüttet und wohl umgerühret worden. Sind die Salze recht trocken und durchſichtig, ſo bringt dieſe Miſchung das Thermometer 52 fahrenh. Grade herab; es ſinkt nämlich von + 32 bis — 20.

Er

*) An account of experiments made by Mr. *John* M'Nab at Henley-Houſe, Hudſonsbay, relating to freezing mixtures by *Henry Cavendiſh*. Lond. 178[illegible]. 4.

β) Philoſ. Transact. Vol. LXXVIII. P. II. p. 277. überſ. in Grens Journ. der Phyſik. B. I. S. 419 f.

Er fand ferner, daß eine Miſchung von 12 Theilen Schnee oder geſtoßenen Eiſes, 5 Theilen Kochſalz und 5 Theilen von einem Pulver aus gleichen Theilen Salmiak und Salpeter, eine Kälte von — 18° Fahrenh. zu Wege brachte. Zwölf Theile Schnee oder geſtoßenes Eis, 5 Theile Kochſalz und 5 Theile ſalpeterſaures Ammoniak bewirkten eine Kälte von — 25°. Schnees oder geſtoßenen Eiſes 3 Theile, und verdünnter Salpeterſäure 2 Theile, beyde zu 0° Fahrenh. vermiſcht, erzeugten eine Kälte von — 46° Fahrenh. Schnees 3 Theile, verdünnter Schwefelſäure 2 Theile, beyde bey + 30° Fahrenh. brachten das Thermometer bis — 24°. Gleiche Theile Schnee und verdünnte Schwefelſäure, beyde bey — 20° Fahr. vermiſcht, brachten eine Kälte von — 56° hervor.

Herr **Lowitz** *) in Petersburg hat über dieſen Gegenſtand noch mehrere Verſuche angeſtellet. Gleiche Theile Schnee und kryſtalliniſches ätzendes Gewächsalkali, beyde von — 6½° Reaum. brachten — 34° Kälte. Darin konnte er Queckſilber gefrieren machen. M. ſ. **Gefrierung**. Bey der Temperatur der Materialien von — 1° Reaum. brachte mit Schnee trockenes ätzendes Gewächsalkali eine Kälte von — 21°, Aetzlauge — 27°, kryſtalliſirtes ätzendes Mineralalkali — 21°, ätzender Salmiakgeiſt — 5°, kohlenſaures Ammoniak — 17°, gewöhnliches Scheidewaſſer — 19°, rauchende Salpeterſäure — 24½°, concentrirte Schwefelſäure — 19°, rauchende ſalzige Säure — 27½°, concentrirte Eſſigſäure — 22°, flüſſiger Eiseſſig — 22°. Bey einer Temperatur von — 2½° Reaum. bewirket mit dem Schnee trockenes Weinſteinalkali — 22°, ſalpeterſaure Kalkerde — 22°, fein geriebene Spiesglanzbutter — 22°, ſalzigſaure Talkerde — 24°, eſſigſaures Gewächsalkali — 26½°, ſalzigſaures Eiſen — 2½°, ſalzigſaure Kalkerde — 38°. Das vortheilhafteſte Verhältniß von Schnee und ſalzigſaurer Kalkerde zur Hervorbringung der größten Kälte ſind zwey Theile des erſtern gegen drey Theile der letztern; bey + 21° der Materialien kömmt das

*) Verſuche über die Hervorbringung künſtlicher Kälte; in Crells chemiſch. Annal. 1796. B. 1. S. 529 f.

das Gemiſch auf — 39°, und geht alſo unter den Gefrierpunkt des Queckſilbers.

Die neueſten Verſuche zur Hervorbringung künſtlicher Kälte, welche Auflöſungen von Salzen im Waſſer und in Salpeterſäure hervorbringen, ſind von **Walker** *) angeſtellet worden. Er bereitete ſich hierzu einen künſtlichen Schnee; er ließ nämlich Waſſer in einer Röhre künſtlicherweiſe frieren, und das Eis alsdann zu einem feinen Pulver zermahlen. Hierdurch ward es ihm leicht, das Queckſilber zum Gefrieren zu bringen. Dazu erfand er ſich einen eigenen, ganz einfachen Apparat, in welchem das Queckſilber in wenigen Minuten zu Eis wurde, wenn die Temperatur der Luft 85° Fahr. nicht überſtieg. Das Gefäß (fig. 3.) beſtehet aus einem Stück. Sein Körper aa iſt unten offen und faßt etwa 2 Pinten. Die Röhre b iſt oben offen und unten verſchloſſen; ſie hält 5 Unzen und iſt nach dem Boden zu etwas enger. Das Gefäß wird umgekehrt mit der kaltmachenden Miſchung angefüllt, hierauf zuerſt mit Wachspapier und dann mit naſſer Blaſe verſchloſſen. Hiernächſt kehrt man das Gefäß wieder um, ſtellt es in eine Schüſſel, rührt eine Unze rauchende Salpeterſäure in die Röhre b mit der Vorſicht, daß die Wände über der Säure nicht davon befeuchtet werden, und legt ein rundes paſſendes Stück Papier, welches mit etwas geſchmolzenen Jungfernwachs überzogen wird, auf die Säure. Hierauf gießt man vorſichtig $1\frac{1}{2}$ Unzen Regenwaſſer oder deſtillirtes Waſſer in die Röhre und verſtopft ſie mit einem Kork. So bald das Waſſer gefroren iſt, ſo ſchabt man das Eis zu einem feinen Pulver vermittelſt eines beſonders dazu eingerichteten Inſtrumentes. Iſt dieß geſchehen, ſo läßt man die kaltmachende Miſchung ſchnell aus dem Gefäß aa heraus, indem man den Bindfaden durchſchneidet, und den Verband wegnimmt. Man durchſtößt mit einem gläſernen oder hölzernen Stabe die Scheidewand zwiſchen

*) Beobachtungen über die beſte Methode Kälte künſtlicher Weiſe hervorzubringen; in Grens neuem Journale der Phyſ. B. III. S. 458 f.

zwiſchen dem gepulverten Eiſe in der Röhre b, und der darunter befindlichen, durchkälteten Salpeterſäure, und bringt die Thermometerkugel mit dem zu gefrierenden Queckſilber hinein, und rühret alles wohl und ſchnell unter einander.

Wenn man Eis haben kann, ſo kann man ſich desſelben eben ſo ſicher bedienen, und hier mit weit geringern Koſten die kaltmachende Miſchung hervorbringen. Uebrigens müſſen die Gefäße zu dieſen Verſuchen dünn und aus den beſten Leitern des Wärmeſtoffs gemacht ſeyn. Denn dünne Gefäße rauben der Miſchung weniger Kälte als dicke, und die beſſern Leiter des Wärmeſtoffs laſſen auch die Kälte leichter durch. Herr Walker bediente ſich hierzu des Zinnes, das er durch einen Ueberzug von geſchmolzenem Wachſe gegen die Einwirkung der Säuren hinlänglich ſicherte. Wenn aber alles gut von Statten gehen ſoll, darf das Verhältniß der kaltmachenden Miſchung zu den zu erkaltenden Materialien nicht geringer ſeyn, als 12 : 1; ein größeres Verhältniß iſt deſto beſſer.

Folgende Miſchungen fand Walker zur Hervorbringung künſtlicher Kälte ſehr wirkſam:

Salze.	Flüſſigkeiten.	Hervorgebrachte Temperatur.
Salmiak 5 Theile Salpeter 5 —	Waſſer 16 Theile	+ 10° Fahrenh.
Salmiak 5 — Salpeter 5 — Glauberſalz 8 Th.	Waſſer 16 Theile	+ 4° —
Salpeterſaures Ammoniak 1 Theil	Waſſer 1 Theil	+ 4° —
Salpeterſ. Ammoniak 1 Theil Sodaſalz 1 Theil	Waſſer 1 Theil	— 7° —
Glauberſ. 3 Theile	Verdünnte Salptſ. 1 Th.	— 3° —
Glauberſ. 6 Theile Salmiak 4 — Salpeter 2 —	Verdünnte Salptſ. 4 Th.	— 10° —

Salze.	Flüſſigkeiten.	Hervorgebrachte Temperatur.
Glauberſ. 6 — Salpeterſ. Ammoniak 5 Theile	Verd. Salptſäure 4 Th.	— 14° Fahrenh.
Phosphorſaures Mineralalkali 9 Theile	Verdünnte Salpeterſäure 4 Theile	— 12° —
Phosphorſaur. Mineralalk. 9 Th. Salpeterſaur. Ammoniak 6 Th.	Verdünnte Salpeterſäure 4 Theile	— 21° —
Glauberſalz 8 Th.	Salzſäure 5 Theile	0° —
— 5 —	Verd. Schwefelſ. 4 Th.	+ 3° —

Die verdünnte Salpeterſäure beſtand aus 2 Theilen rauchender Salpeterſäure und 1 Theil deſtillirten Waſſer, die verdünnte Schwefelſäure aus gleichen Theilen Vitriolöl und Waſſer.

Der erſte, welcher zu allen dieſen Verſuchen den Grund legte, war **Boyle**, in ſeiner Schrift über die Kälte [a]), in welcher er bereits die Wirkungen der Salze und der ſauren Geiſter beym Schmelzen des Eiſes und des Schnees bekannt machte. Nicht lange darnach zeigte er auch in einer andern Schrift [b]), daß man ebenfalls eine beträchtliche Kälte durch bloße Auflöſung des Salmiaks im Waſſer hervorbringen könne. Im Jahre 1709 fand **Fahrenheit**, daß man die Kälte nach einer ſchon vorher gegangenen Erkältung des Eiſes durch neuen hinzugegoſſenen Salpetergeiſt noch mehr verſtärken könne. Endlich beſtimmte **Reaumur** die hervorgebrachten Grade der Kälte ſelbſt.

Zur Erklärung dieſer Phänomene hat man gar nicht nöthig, wie ſonſt einige Phyſiker thaten, eine kaltmachende Materie anzunehmen, da ſie ſich ſehr natürlich aus Mangel der Wärme herleiten laſſen. Dieſer Mangel entſtehet aber ganz unſtreitig aus der Auflöſung. Die Dauer dieſer Kälte hält

a) Hiſtor. experiment. de frigore. Lond. 1665. 4.
b) A new frigorific experiment etc. in Philoſ. transact. n. 15.

hält auch gerade ſo lange an, als die Auflöſung währet; iſt dieſe vorüber, ſo nimmt das Gemiſch allmählig die Temperatur der umgebenden Wärme wieder an. Diejenigen, welche die Wärme als eine ſchwingende Bewegung betrachten, nehmen daher an, daß die Auflöſung die ſchwingende Bewegung aufhalte; andere hingegen erklären ſich dieſe Erſcheinung ſo: die Auflöſung, wobey ſich die vermiſchten Materien aufs innigſte vereinigten, treiben einen Theil des Elementarfeuers aus dem Waſſer, daher auch die Luft um eine ſolche Auflöſung wärmer als vorher werde. Allein bey den wenigſten Auflöſungen findet Kälte Statt, und es iſt daher weit wahrſcheinlicher und natürlicher, daß bey ſolchen Auflöſungen, wo Kälte erzeuget wird, eine Bindung des freyen Wärmeſtoffs vor ſich gehet. So bald nämlich Salze mit Schnee oder mit zermalmten Eiſe in Berührung kommen, ſo findet zwiſchen beyden Subſtanzen eine Auflöſung Statt; zum Flüſſigwerden dieſer beyden feſten Körper wird aber nothwendig eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff erfordert. So lange aber der Wärmeſtoff hierzu verwendet wird, ſo lange kann er auch keine andere Wirkung hervorbringen; daher muß nothwendig ein Mangel an Wärme, d. i. Kälte entſtehen. Da nun hierdurch eine ungleichförmige Vertheilung des freyen Wärmeſtoffs mit den angrenzenden und berührenden Körpern erfolgen muß, und dieſer ſich gleichförmig zu verbreiten ſtrebet, ſo wird das hineingebrachte Thermometer Wärmeſtoff abgeben, und folglich Mangel an Wärme, d. i. Kälte zeigen müſſen. Geſchiehet dieſer Vorgang plötzlich, ſo kann dadurch ſelbſt dem Queckſilber ſo viel Wärme entzogen werden, als zum Flüſſigbleiben desſelben nöthig iſt, zumahl, wenn es ſchon vorher, wie bey kalter Witterung, einen großen Theil ſeines Wärmeſtoffs verloren hatte. Im Gegentheil gibt es andere Auflöſungen, bey welchen Hitze erzeuget wird, wenn nämlich die Miſchung nicht mehr ſo vielen Wärmeſtoff binden kann, als die vermiſchten Materien enthalten. Es kommt alles bloß auf die verſchiedenen Verwandtſchaften der verſchiedenen Subſtanzen mit dem Wärme-

ſtoffe an; und es kann daher gar wohl mit ſich beſtehen, daß Schwefelſäure mit Waſſer vermiſcht Wärme, hingegen mit Glauberſalz Kälte erzeuget.

Ein anderes Mittel Kälte hervorzubringen iſt die Ausdünſtung, bey welcher freye Wärme ebenfalls verwendet werden muß. M. ſ. **Ausdünſtung, Erkältung.** Wenn in ein Gefäß mit Waſſer ein Thermometer eingetauchet iſt, und das Waſſer der freyen Luft ausgeſetzet wird, ſo ſinkt es beſtändig, ſo lange bis das Waſſer abgedunſtet iſt. Nach **Richmann** α) ſoll dieſe Erſcheinung von der in der Luft ſchwebenden kaltmachenden Materie herrühren, welche von dem an der Kugel des Thermometers anhängenden Waſſerhäutchen angezogen würde. Der Herr von **Mairan** β) leitet ſie von der Bewegung dieſes Waſſerhäutchens durch die Luft her. **Cullen** γ) hat zuerſt dabey auf die Ausdünſtung Rückſicht genommen. Sehr viele Verſuche hierüber haben beſonders **Baume'** δ) und **Cavallo** ε) angeſtellet. Durch Hülfe des Vitrioläthers, welcher an der Luft ſehr ſchnell verdunſtet, war **Cavallo** im Stande, im Sommer, da das fahrenheitſche Thermometer auf 64 Grad ſtand, ſelbiges in 2 Minuten auf + 3, d. i. 29 Grad unter den Gefrierpunkt zu bringen. Merkwürdig dabey war es, was **Cavallo** bey dieſer Gelegenheit bemerkte. Im Sommer nämlich fror das auf dieſe Weiſe behandelte Waſſer oft erſt, wenn das in demſelben befindliche Thermometer ſchon 15 Grad nach Fahrenheit unter dem Gefrierpunkte ſtand; im Winter aber oft ſchon bey zwey Graden darunter. Herr **Cavallo** kann dieſes nicht erklären, und nach Herrn **Lichten-**

bergs

α) Tentamen explicandi phaenomenon paradoxon, ſcilicet thermometro mercuriali ex aqua extracto mercurium in aëre aqua calidiori deſcendere et oſtendere temperiem minus calidam, ac aëris ambientis eſt; in nov. comment. Petrop. T. I. p. 290.

β) Diſſ. ſur la glace. P. II. ſect. II. cap. 8. 9.

γ) Von der Kälte, die durchs Ausdünſten flüſſiger Sachen verurſachet worden; in d. neuen edinburg. Verſuch. Th. II. 1755.

δ) Sur le refroidiſſement, que les liqueurs produiſent en ſ'évaporant; in mém. préſent. Tom. V. p 405. et 425.

ε) Experiments relating to the cold produced by evaporation of various fluids; in Philoſoph. tranſact. Vol. LXXI. P. II.

bergs Meinung iſt es auch ſo leicht nicht zu erklären, wenn alles anders ſonſt richtig zugegangen iſt. Wenn aber wirklich alles ſeine Richtigkeit gehabt hat, konnte nicht dieſes Phänomen durch die Wärme, welche die im Sommer umgebende Luft dem Waſſer, um es flüſſig zu erhalten, mittheilte, und welches eben wegen des nöthigen Flüſſigſeyns deſſelben dem Thermometer nichts weiter abgeben konnte, bewirket werden?

Die Erkaltung des Thermometers iſt nach **Braun** α) und **Achard** β) deſto größer, je ſchneller die Ausdünſtung erfolget. Nach **Brauns** Beobachtungen zeigt das Thermometer in Oele und ſaure Spiritus getaucht an der Luft keine Erkältung, in Vitriolöl getaucht aber fängt es ſogar in der Luft zu ſteigen an. Letzteres rührt unſtreitig daher, weil das an der Kugel des Thermometers befindliche Vitriolöl die Feuchtigkeit der Luft an ſich ziehet, und ſich damit erhitzt.

Auch hat der Herr **de Sauſſüre** γ) über die Erkältung durch Ausdünſtung lehrreiche Verſuche auf dem Col du Geant angeſtellet. Er machte die Kugel eines Thermometers in der Mitte eines feuchten Schwammes feſte, und ſchwung das Thermometer an einer daran gebundenen Schnur ſehr ſchnell in der Luft um. Hierdurch bekam er eine Abkühlung, welche bisweilen auf 8 Grad nach **Reaumur** ging. Umwand er die Kugel eines kleinen Thermometers mit feiner Leinwand, tauchte ſie nachher in Aether, und bewegte ſie nach dem Herausziehen nur mäßig ſchnell in der Luft, ſo bewirkte die Verdunſtung des Aethers eine Kälte bis auf 27 Grad, nachdem er nämlich das Eintauchen des Thermometers in den Aether verſchiedene Mahl wiederhohlet, und ſo lange in der Luft beweget hatte, bis er weiter kein Fallen des Queckſilbers bemerkte.

α) Nov. comment. Petropol. Tom. X.; überſ. im neuen hamburg. Magaz. B. IV. S. 369 f.

β) Beſchäftigungen der berliner naturforſch. Geſellſch. B. I. S. 112 f.

γ) Journal de phyſique, Mars 1789; in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 460 f.

Wenn man ein Thermometer unter die Glocke einer Luftpumpe bringt, hierauf zu evacuiren anfängt, ſo fällt das Thermometer um 2 bis 3 Grad, kömmt aber bald wieder auf die Temperatur der atmoſphäriſchen Luft, wenn dieſe wieder hineingelaſſen wird, und ſteigt alsdann noch um 2 bis 3 Grad höher. Bringt man unter die Glocke ein Gefäß mit Weingeiſt, und taucht die Kugel eines Thermometers in ſelbigen ein, ſo ſinkt das Queckſilber beym Evacuiren um einige Grade; zieht man alsdann das Thermometer in den obern Theil der Glocke hinauf, ſo fällt das Queckſilber ſehr ſchnell um 8 bis 9 Grade, ohne Zweifel daher, weil in der verdünnten Luft die Ausdünſtung ſchnell und ſtark von Statten gehet. Auch gehöret hieher ein Verſuch, welchen **Franklin** im 60ten Briefe beſchreibet. Eine dünne Glasröhre (fig. 4.) a b, an deren Enden zwey luftleere Kugeln c und d ſich befinden, enthält Waſſer oder Weingeiſt, ſo daß damit die Kugeln c und d etwa zur Hälfte angefüllet ſind. Hält man beyde Kugeln in den Händen, ſo erfolget gar keine Bewegung; hält man aber nur die eine Kugel, indem die andere kalt bleibet, ſo geht das Waſſer ſogleich aus der erwärmten in die kalte über, und kocht darin ſo lange, als man die leere Kugel in der Hand hält. Die Kugel, welche man in der Hand hält, bleibt ſo lange kalt, als noch Waſſer in ſelbiger enthalten iſt; wenn es aber in die andere Kugel übergegangen iſt, ſo wird ſie ſogleich warm. Sie entzog nämlich der Hand die Wärme, welche zur Verdampfung nöthig war, und erregte dadurch die Empfindung der Kälte.

Die Ausdünſtung wird durchs Anblaſen friſcher Luft befördert; daher dann auch eine größere Kälte entſtehen muß. Dieſen Umſtand hat vorzüglich Herr **Achard** bey ſeinen Verſuchen über das Gefrieren des Queckſilbers benutzt, indem er ſich dabey nicht allein einer kälteerzeugenden Miſchung bedienet, ſondern auch die Wirkung derſelben durch die Ausdünſtung des Vitriolätherſ verſtärkt, und durch beſtändiges Blaſen mit einem Blaſebalge befördert hat.

Auch

Auch ſoll nach **Eraſm. Darwin** *) die mechaniſche Ausdehnung der Luft ein Mittel ſeyn, Kälte hervorzubringen. Er führet darüber folgende Verſuche an: das Thermometer ſinkt im Luftſtrome einer Windbüchſe um einige Grade herab; auch fällt es unter der Glocke um 2 bis 3 Grade, wenn die Luft ſchnell ausgepumpet wird. In den bleyernen Windkeſſel einer Waſſerkunſt zu Derby ward ein Loch von der Dicke einer Rabenfeder gemacht, durch welches ein ſtarker Luftſtrom herausgieng; wurde demſelben das Thermometer ausgeſetzet, ſo fiel es um 2 bis 4 Grade herab; ferner dringt durch einen geöffneten Hahn an einem Heronsbrunnen in den ſchemnitzer Bergwerken eine ſtark zuſammengepreßte Luft heraus, welche unmittelbar darauf ſehr ausgedehnet wird; dabey ſchlägt ſich die Feuchtigkeit aus ihr als Schneegeſtöber nieder, und hängt ſich an den Hahn wie Eiszapfen. Daraus erkläret **Darwin** die Kälte auf den Gipfeln der Berge und in höhern Gegenden der Atmoſphäre. Der Herr Abbe' **Gruber** β) erinnert dagegen, daß die mechaniſche Ausdehnung der Luft keine unmittelbare Urſache der Kälte ſey, weil ſonſt in den torricelliſchen und boyliſchen Leeren die Kälte viel ſtärker ſeyn müßte, ſondern ſie rühre vielmehr daher, daß die ſchnell fortgehende dichtere Luft Wärmeſtoff mit ſich fortführe, welcher von andern benachbarten Körpern erſetzet werden müſſe.

M. ſ. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch **Lichtenberg** §. 493. 494. a. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 620 u. f.

Kalender (calendarium, calendrier) iſt eine eingeführte Abtheilung der Zeit in Jahre, Monathe und Tage, um die Geſchäfte im bürgerlichen Leben darnach gehörig zu ordnen. Auch verſteht man unter dem Worte **Kalender** ein Verzeichniß der Tage nach dieſer Abtheilung (hemerologium,

*) Philoſ. transact. 1788. Vol. LXXVIII. P. I. p. 43.; überſ. in Grens Journal der Phyſ. B. I. S. 73.; auch im gothaiſchen Magazin. B. VII. St. 1. S. 127.

β) Bemerkungen über Darwins Folgerungen aus Verſuchen ꝛc.; in Grens Journal der Phyſ. B. III. S. 188.

logium, rationarium dierum) für ein gewiſſes Jahr oder auch für mehrere Jahre. Der Nahme rührt von dem Worte Kalendae her, welches die Römer dem erſten Monathstage, wegen der an ſelbigem gewöhnlichen Ausrufung der Monathstage, gaben.

Das erſte und natürlichſte Maß der Zeit gaben die Tage ab. Die Folge der Zeit lehrete aber gar bald, daß dieß Maß der Zeit noch viel zu klein war, um die nöthigen Geſchäfte darnach zu ordnen, und den Nachkommen, ohne ſie in die größte Verwirrung zu bringen, wichtige Begebenheiten aufgezeichnet zu hinterlaſſen. Die erſte Gelegenheit zu einem größern Maße both der Mondwechſel dar, deſſen Erſcheinung etwa nach 29 bis 30 Tagen wiederkehret. Endlich aber entdeckte man aus der Abwechſelung und Wiederkehr der Jahreszeiten noch ein größeres Maß der Zeit, welche vorzüglich für die ländlichen Beſchäftigungen wichtig war, und ſich auf den in 360 und etlichen Tagen vollendeten ſcheinbaren Umlauf der Sonne um den ganzen Himmel gründete. Dieſes iſt unter den meiſten bekannten Völkern unter dem Nahmen **Jahr** eingeführet worden. M. ſ. **Jahr, Monath, Tag.** Alle dieſe Zeitmaße in ihrer gehörigen Verbindung mit einander machen eben den Kalender aus.

Es iſt leicht einzuſehen, daß die erſten Kalender wegen der zu geringen Kenntniſſe in der Aſtronomie noch ſehr unvollkommen ſeyn mußten, zumahl da es den älteſten Völkern hinlänglich war, die Zeit nur ungefähr zu wiſſen, um ihre ökonomiſchen Beſchäftigungen darnach einzurichten. Erſt in den neuern Zeiten hat der Kalender ſeine jetzige Vollkommenheit und Uebereinſtimmung mit dem Himmelslaufe nach verſchiedenen Veränderungen erhalten.

Die Einrichtung des Kalenders bey den Aegyptiern geſchahe bloß nach der Sonne, und die bey den Arabern nach dem Laufe des Mondes. Die griechiſchen Aſtronomen hingegen haben eine ſehr lange Reihe von Jahren ſich damit beſchäftiget, ihre Jahrrechnung nach dem Laufe der Sonne und des Mondes zugleich einzurichten. Anfänglich ſetzten ſie

das Jahr 12½ Monath gleich, und ließen dem zufolge Jahre von 12 und 13 Monathen abwechſeln. Allein **Solon**, welcher den großen Fehler dieſer Zeitrechnung wahrnahm, ſetzte den Monath auf 29½ Tag, und wechſelte daher mit Monathen von 29 und 30 Tagen ab. Dadurch erhielt das Jahr eine ziemliche Uebereinſtimmung mit dem Mondlaufe. Um es nun aber auch mit dem Laufe der Sonne zu vereinigen, erfand nicht lange nach **Thales** Zeiten **Cleoſtrates von Tenedos** [α]) die ſo genannte **Octaeteride** oder Periode von 8 Jahren, oder die Zeitdauer von 8 Jahren, in welchem das 3te, 5te und 8te Jahr einen Monath von 30 Tagen mehr, folglich 13 Monath hatte. Es hielt alſo dieſe Periode 2922 Tage oder 99 Monathe, welcher Zeitraum 8 Sonnenjahren, jedes zu 365¼ Tagen gerechnet, genau gleich iſt, von 99 Mondwechſeln aber um 1½ Tag verſchieden iſt. Man ſuchte auch dieſen Fehler durch einige Abänderungen abzuhelfen; allein ſie waren ſo unglücklich angebracht, daß ſie viel Verwirrung in den Kalender brachten. Es wurden nachher eine Menge von Vorſchlägen gethan, dieſen Unordnungen abzuhelfen, wovon **Cenſorin** ſehr weitläuftig handelt. Von dieſen Vorſchlägen urtheilet **Scaliger** [β]), daß ihre Urheber unwiſſende Leute geweſen ſind. Der P. **Petav** [γ]) hingegen bemerket, daß wir zu wenig von der Beſchaffenheit dieſer Vorſchläge wiſſen, um richtig darüber urtheilen zu können. Endlich ſchlugen **Meton** und **Euctemon** die ſo berühmt gewordene Periode von 19 Jahren oder die **Enneadecaeteride** vor, wodurch der Lauf der Sonne mit dem des Mondes ſo glücklich vereiniget wurde. M. ſ. **Jahr**. Die Griechen nahmen dieſe Periode im 433ten Jahre vor Chriſti Geburt am 16. Jul. 19 Tage nach dem Sommerſolſtitium an. Sie nahm mit dem Neumonde den Anfang, welcher an dieſem Tage um 7 Uhr 43 Minut. Abends einfiel, und ihr erſter Tag ward vom Untergange der Sonne an dieſem Tage gerechnet. **Meton** wählte dieſen Anfang wegen der olympi-ſchen

α) *Cenſorinus* de die natali. cap. 18.
β) De emendatione temporum. Pariſ. 1602. fol.
γ) Doctrina temporum. Pariſ. 1627. fol.

ſchen Spiele, welche im erſten Monathe nach dem Sommer⸗ſolſtitium gehalten werden mußten. Er richtete zu Athen eine Tafel auf, welche die Ordnung und Gründe dieſer Zeit⸗rechnung enthielt, die einen ſo großen Beyfall erhielt, daß ſie mit goldenen Buchſtaben eingegraben wurde. Daher nannte man auch diejenige Zahl, welche angibt, wie viele Jahre in der laufenden 19jährigen Periode verfloſſen waren, die **güldene Zahl.** Dieſer metoniſche Cykel iſt ſelbſt noch in unſerem Kalender bey der cykliſchen Berechnung der Neumonde brauchbar. M. ſ. **Cykel.** Er iſt aber doch ge⸗gen 19 Sonnenjahre um 6 Stunden zu lang; daher er ſchon vom **Kalippus** 102 Jahre darnach verbeſſert wurde. **Kalippus** faßte nämlich 4 Mondcykel von 19 Jahren zuſammen, und ließ von einem derſelben einen Tag weg. Auf dieſe Weiſe ſtimmte die kallippiſche Periode von 76 Jahren mit 76 Son⸗nenjahren von 365¼ Tagen genau überein. M. ſ. **Jahr.** Dieſe kallippiſche Periode ward 331 Jahre vor Chriſti Geburt im ſiebenten Jahre des ſechsten Mondcykels eingeführet. Nach dieſer Zeitrechnung haben die griechiſchen Aſtronomen ihre Beobachtungen angegeben, und ſie kommt mit dem bey uns angenommenen Mondcykel überein. In Vergleichung mit dem Sonnenjahre aber iſt die Abweichung derſelben in Rückſicht einzelner Jahre ſehr beträchtlich, ob ſie ſich gleich in der ganzen Periode aufhebet. So hat z. B. das erſte Jahr dieſer Periode nur 354 Tage; und iſt gegen den Um⸗lauf der Sonne etwa um 11 Tage zu kurz. Wäre alſo in dem erſten Jahre die Frühlingsnachtgleiche am 20. März eingefallen, ſo würde ſie erſt im andern Jahre den 31. März einfallen, indem dieſes Jahr 11 Tage zu früh anfängt. Im dritten Jahre fällt ſie noch 11 Tage ſpäter; durch den am Ende desſelben eingeſchalteten Monath von 30 Tagen aber wird ſie wieder um 19 Tage zurück und auf den 23. März gebracht u. ſ. f. Daraus erhellet alſo, daß der Anfang der Jahreszeiten nie einen feſten Standpunkt hat, und erſt nach 76 Jahren auf den vorigen Tag genau wieder zurück⸗kehret.

Das

Das von **Romulus** eingeführte römiſche Jahr war ein Mondjahr, welches 304 Tage enthielt, und 10 Abtheilungen als Monathe hatte, wovon Martius, Maius, Quintilis und October jeder 31 Tage, Aprilis, Iunius, Sextilis, September, Nouember und December aber ein jeder 30 Tage hatte. Da **Romulus** gar bald bemerkte, daß der Anfang der folgenden Jahre nach dieſer Feſtſeßung des Jahres auf andere Tage fallen müſſe, welches nach ſeiner Abſicht nicht ſeyn ſollte, ſo ſeßte er dem Jahre jedes Mahl ſo viele Tage hinzu, daß mit dem erſten Monathe des Jahres auch zugleich der nämliche Stand des Himmels zurückkehrte. Dieſe unſichere Einſchaltungsart wurde bald von **Numa Pompilius** aufgehoben. Dieſer ſeßte dem alten römiſchen Jahre noch 50 Tage hinzu, nahm jedem Monathe, welcher 30 Tage hatte, einen weg, weil er den ungeraden Zahlen eine glückliche Vorbedeutung beylegte, und vertheilte alsdann die 50 + 6 = 56 Tage unter zwey neue Monathe, jeden von 28 Tagen, welchen er die Nahmen Ianuarius und Februarius gab. Nachher ſeßte er ſelbſt, ebenfalls der ungeraden Zahl halber, dem Jahre einen Tag zu, der dem Januar beygeleget wurde, ſo daß der einzige den Gottheiten der Unterwelt heilige Februar eine gerade Anzahl von Tagen, nämlich 28, erhielt. Dieſes Jahr, welches nun 350 Tage enthielt, ſollte durch Einſchaltungen mit dem Sonnenlaufe übereinſtimmend gemacht werden. Hierin folgte er der Methode der Griechen, in 8 Jahren 90 Tage einzuſchalten, nämlich im 2ten 22, im 4ten 23, im 6ten 22 und im 8ten 23 Tage. Weil aber das von Numa geſeßte Jahr um einen Tag größer als das griechiſche war, mithin in jeder Periode 8 Tage zu viel zählte, ſo wurde verordnet, daß allezeit in der dritten Periode von 8 Jahren ſtatt 90 Tage nur 66 eingeſchaltet werden ſollten. Dieſe Einſchaltung geſchahe im Februar, welches der leßte Monath des damahligen Jahres war, und zwar nach der Feyerung des Feſtes der Terminalien oder nach dem 23ten Tage deſſelben. Weil man es aber für eine böſe Vorbedeutung hielt, wenn die Nundinae auf den

den erſten Tag im Jahre oder auf die Nonen fielen, ſo überließ man es den Prieſtern, die Einſchaltungen nach Belieben abzuändern. Hierdurch entſtand nothwendig eine Verwirrung in der Einrichtung des Kalenders. Ja man unterließ zuweilen aus Aberglauben das Einſchalten gänzlich, und in den letzten Zeiten der Republik wurde dieſe Freyheit von den Prieſtern gemißbrauchet, um Gerichtstermine, Zahltage und Antrittszeiten öffentlicher Aemter entweder weiter hinauszuſetzen, oder zu beſchleunigen, ſo wie dieß das Bedürfniß des Staats erforderte. Nachdem aber **Julius Cäſar** die Dictatur und das Pontifikat übernommen hatte, ſo ſuchte er dieſer Unordnung abzuhelfen, und berief dieſerwegen den griechiſchen Aſtronom **Soſigenes** nach Rom. Mit deſſen und des M. **Fabius** Beyhülfe führte Julius Cäſar im Jahre 707 nach Erbauung Roms die Zeitrechnung ein, die von ihm den Nahmen des **julianiſchen Kalenders** erhalten hat. In dieſem Jahre wurden zwiſchen dem November und December noch zwey Monathe eingeſchaltet, um die Frühlingsnachtgleiche wieder auf den März zurückzubringen; dadurch erhielt dieſes Jahr, welches der Ordnung nach ein Schaltjahr von 378 Tagen hätte ſeyn ſollen, 452 Tage. Das Jahr, welches bey dieſer Verbeſſerung zum Grunde geleget wurde, war ein Sonnenjahr von 365¼ Tagen, welches den Nahmen des julianiſchen Jahres erhielt, und welches in die bis jetzt noch üblichen 12 Monathe mit derſelben Anzahl von Tagen getheilet wurde. Dadurch wurde die Einſchaltung ganzer Monathe aufgehoben, und alle 4 Jahre nach dem 23. Februar, wegen des in jedem Jahre übergehenden ¼ Tages, ein ganzer Tag als Schalttag eingeſchoben. Dieſe Zeitrechnung, welche noch jetzt unter dem Nahmen des **alten Kalenders** oder **alten Styls** bekannt iſt, iſt bey den Römern bis zum Untergange ihres Reichs üblich geweſen. Auch die chriſtliche Kirche im Occident hat ſich derſelben bis auf das Jahr 1582 nach Chriſti Geburt ganz unverändert bedienet, und die orientaliſche Kirche rechnet noch bis jetzt darnach.

Bey

Bey der Einrichtung des chriſtlichen Kalenders war man genöthiget, vorzüglich wegen der Feyerung des Oſterfeſtes, nach welchem ſich alle bewegliche Feſte richten, zugleich mit auf den Mondlauf zu ſehen. Bey den Juden wurde das Paſcha den 14. Tag des Monathes **Niſan** gefeyert, deſſen Vollmond auf den Tag der Nachtgleiche oder zunächſt darnach fiel. Die chriſtliche Kirche behielt ebenfalls dieſen Monath zur Feyer des Oſterfeſtes bey, ſetzte aber den Tag auf einen Sonntag. Weil nun einige chriſtliche Kirchen in den erſten Jahrhunderten nach Chriſti Geburt das Oſterfeſt, wenn der Vollmond auf einen Sonntag fiel, an dieſem Tage ſelbſt, mithin zugleich mit den Juden ſelbſt feyerten, ſo wurde dieß von dem Concilium zu Nicäa unter der Regierung Conſtantins des Großen im Jahre 325 nach Chriſti Geburt verboten. Zugleich befahl es auch, daß der erſte Monath des Kirchenjahres derjenige seyn ſoll, in welchem der Vollmond entweder am Frühlingstage ſelbſt einfällt, oder welcher doch der erſte nach der Nachtgleiche iſt. Für die Frühlingsnachtgleiche ſoll der 21. März angenommen werden, weil ſie gerade in dieſem Jahre zu dieſer Zeit einfiel. Daher ſoll der Oſterſonntag nicht vor dem 22. März, aber auch nicht nach dem 25. Aprill gehalten werden. Dadurch ward es nothwendig, die Vollmonde im voraus zu berechnen, und leichte Methoden hierzu zum Gebrauch der Geiſtlichen anzugeben.

Vor der Kirchenverſammlung zu Nicäa hatten hierzu bereits einige Biſchöffe Vorſchläge gethan; beſonders war durch **Euſebius** von **Cäſarea** der 19jährige Mondcykel empfohlen worden, welchen auch die Kirchenverſammlung beſtätiget, und ſeinen Gebrauch zur Berechnung des Oſterfeſtes vorgeſchrieben haben ſoll. M. ſ. **Epakten.** Hierbey war angenommen, daß die Neumonde nach 19 julianiſchen Jahren genau wieder auf denſelben Monathstag fielen, und daß man daher durch Bemerkung der güldenen Zahl zu den Tagen des Kalenders, auf welche die Neumonde in den erſten 19 Jahren gefallen waren, dieſe Neumonde in den darauf folgenden Jahren alle Mahl richtig wieder finden, und das Oſterfeſt

leicht dadurch beſtimmen könne. Allein da 19 julianiſche Jahre von 365 Tagen 6 Stunden um 1 Stunde 28 Minuten 15 Sekunden größer ſind, als 235 ſynodiſche Mondenmonathe, welches in 310 Jahren einen Tag und in 1240 Tagen 4 Tage beträgt, ſo mußten nothwendig im 16ten Jahrhunderte die Neumonde 4 Tage früher als zur Zeit der Kirchenverſammlung fallen. Weil aber auch ferner das Jahr, welches hier zum Grunde liegt, etwa um 11 Minuten länger iſt, als das wahre tropiſche Sonnenjahr, ſo mußte die Zeit der Nachtgleiche jährlich um 11 Minuten gegen den Anfang des Jahres zu rücken, welches in 400 Jahren 3 Tage ausmacht. Daher war im 16ten Jahrhunderte ſeit dem Jahre 325 die Frühlingsnachtgleiche vom 21. März bis zum 10ten fortgerückt. War alſo zwiſchen dieſer Zeit und dem 21. März ein Vollmond eingefallen, ſo hätte den Sonntag darauf das Oſterfeſt gehalten werden ſollen. Nach dem Schluß der Kirchenverſammlung ſollte aber erſt der Vollmond nach dem 21. März der Oſterfeyer wegen in Betrachtung kommen; mithin mußte Oſtern 4 Wochen ſpäter, als es ſeyn ſollte, gefeyert werden. Dieſen Irrthum, welchen die cykliſche Berechnung in Anſehung der Feyer des Oſterfeſtes gibt, ſahe man mit der Zeit gar wohl ein, und that daher Verbeſſerungsvorſchläge.

Schon hatte um das Jahr 700 **Beda** das Fortrücken der Nachtgleichen bemerket, welches damahls an die 3 Tage ausmachte, und im 13ten Jahrhunderte gab **Roger Baco** den Rath, das Jahr ſo zu ändern, daß die Nachtgleichen, wie zu Anfang der chriſtlichen Zeitrechnung, auf den 25. März und September fielen. Vorſchläge zur Verbeſſerung gaben im 15ten Jahrhunderte **Peter d'Ailly** (de Alliaco) auf dem coſtnitzer und der Cardinal von Cuſa auf dem lateranenſiſchen Concilium ein. Der Pabſt **Sixtus IV.** trug im Jahre 1474 die Sache dem **Regiomontan** auf, welchen er dieſerwegen zum Biſchof von Regensburg ernannte; ſein frühzeitiger Tod aber unterbrach alles. Im 16ten Jahrhunderte wurde dieſerwegen eine große Anzahl Schriften von **Angelus, Stöfler, Pighi, Schoner** u. a. abgefaſſet. **Paul**

von

von **Middelburg**, Biſchof von Foſſembrün, berechnete die Neumonde für die 3000 erſten Jahre der chriſtlichen Zeitrechnung aſtronomiſch, und **Egnaz Dante** errichtete den berühmten Gnomon in der Petroniuskirche zu Bologna bloß in der Abſicht, um das Fortrücken der Nachtgleichen Jedermann ſinnlich zu machen.

Endlich wurde der ſo längſt gewünſchte Vorſchlag durch den Pabſt **Gregorius XIII.** ausgeführet. Den Plan hierzu hatte **Aloys Lili**, ein Arzt aus Verona, entworfen, welchen nach deſſen plötzlichen Tode ſein Bruder **Anton Lili** dem Pabſte überreichte. Zu dieſem Geſchäfte wurde eine Verſammlung von Prälaten und Gelehrten zuſammen berufen, wovon der Cardinal **Sirleti**, **Chriſtoph Clavius**, **Anton Lili**, **Egnaz Dante** und andere Mitglieder waren. Im Jahre 1577 wurden an alle catholiſche Regenten Abgeordnete abgeſchickt, welche den vorgelegten Plan mit Beyfall aufnahmen, ſo daß der Pabſt im März 1582 durch ein Breve den alten Kalender abſchaffen, und den ſo genannten neuen Styl oder gregorianiſchen Kalender einführen konnte.

Die Verbeſſerung des alten Kalenders beſtand kurz in folgenden: nach dem 4. October 1582 ſollten 10 Tage wegfallen, indem man gleich nach dem 4ten den 15ten zählte. Dadurch erhielt dieß Jahr nur 355 Tage, ward aber zugleich zu Wege gebracht, daß es an eben dem Monathstage ſich wieder mit dem tropiſchen Sonnenjahre zugleich endigte, an welchem ſich das Jahr 325 endigte, und das Frühlingsäquinoctium fiel nun wieder auf den 21. März. Damit aber auch das Frühlingsäquinoctium ſich nicht von Zeit zu Zeit verrücken ſollte, ſo ward noch feſtgeſetzet, daß jedes hunderte Jahr, welches nach der julianiſchen Jahrrechnung ein Schaltjahr ſeyn würde, drey Mahl hinter einander ein gemeines Jahr, das vierte Mahl aber ein Schaltjahr ſeyn ſollte. Das Jahr 1600 blieb ein Schaltjahr, aber 1700 war ein gemeines, und die Jahre 1800 und 1900 werden auch gemeine, hingegen das Jahr 2000 wieder ein Schaltjahr ſeyn. Uebrigens gründet ſich dieſe Kalenderverbeſſerung auf das Sonnenjahr von

365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten und 12 Sekunden. Ob nun gleich nach den neueſten Beobachtungen das wahre Sonnenjahr um einige Sekunden größer als dieß vorausgeſetzte iſt, ſo rückt doch dieſes Fehlers wegen die Frühlingsnachtgleiche erſt nach 3200 Jahren etwa um einen Tag, und man wird alsdann genöthiget ſeyn, 4 Sekularjahre hinter einander zu gemeinen zu machen.

Um nun dieſe Jahrrechnung mit dem Mondlaufe zu vereinigen, verwarf **Lili** das Bemerken der güldenen Zahlen zu den Tagen des Kalenders gänzlich, und führte dagegen den Gebrauch der Epakten ein. M. ſ. **Epakten.** Für das Jahr 1799 z. B. iſt die güldene Zahl = XIV und die Epakte XXIII. Es fallen alſo die kirchlichen Neumonde desſelben auf diejenigen Tage, welche im julianiſchen Kalender mit XIV, im gregorianiſchen aber mit XXIII bezeichnet ſind. So lange nun der Cykel überhaupt zutrifft, ſo lange gibt auch beydes gleiche Reſultate; die nöthigen Veränderungen aber laſſen ſich bey den Epakten leichter und ordentlicher, als bey den güldenen Zahlen anbringen. Es iſt nämlich der 19jährige Mondcykel in 310 Jahren um einen Tag zu lang; mithin fällt der Neumond nach dieſer Zeit um einen Tag früher, und es iſt eine Mondgleichung nöthig. Wenn man hierbey die reguläre julianiſche Einſchaltung annimmt, ſo dienen die Epakten *, XI, XXII, III, XIV, XXV u. ſ. 300 Jahre lang für die Jahre, welche 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. ſ. zur güldenen Zahl haben; nach dieſer Zeit muß man für eben dieſe Reihe Jahre die Epakten I, XII, XXIII, IV, XV, XXVI u. ſ., und wieder nach 300 Jahren die Epakten II, XIII, XXIV, XVI, XXVII u. ſ. gebrauchen. Nach der gregorianiſchen Kalenderverbeſſerung werden aber in 400 Jahren 3 Tage hinweggelaſſen, und in einem jeden ſolchen Jahrhunderte muß eine Sonnengleichung angebracht werden. Der im Jahre 1582 zum Grunde gelegte Cykel war nämlich I, XII, XXIII, IV, XV, XXVI u. ſ. Dieſer würde 300 Jahr dauern, wenn alle 100 Jahr Schaltjahre blieben; da nun 1600 ein Schaltjahr blieb, ſo galt auch dieſer Cykel das

ganze Jahr hindurch. Wie nun in den folgenden Jahrhunderten der Cykel verändert werden müſſe, iſt unter dem Artikel, **Epakten**, angezeiget worden. Um dieſe Veränderungen nicht für alle Jahrhunderte wiederhohlen zu dürfen, gab **Lili** zwey Tafeln an, worin man den Cykel für jedes Jahrhundert durch bloßes Nachſchlagen findet. Auf die Weiſe iſt alſo das Jahr ſelbſt nicht nach dem Mondlaufe geordnet, iſt aber jedoch ungemein leicht, die Tage der Neumonde, wenigſtens der kirchlichen zu finden, wiewohl dieſe mit den wahren aſtronomiſchen nicht ganz genau übereinſtimmen, ſondern um 17 Stunden verſchieden ſind. M. ſ. **Epakten**.

An dieſen Einrichtungen hatte auch **Clavius** einen großen Antheil. Dieſer mußte die Rechnung führen, welche zum Plane, der dem Pabſte vorgeleget wurde, nöthig waren, mußte die Verbeſſerungen der Nachwelt erklären, und die Einwürfe der Gegner beantworten, unter welchen ſich vorzüglich **Mäſtlin**, **Scaliger** und **Vieta** hervorthaten. Dieß gab Gelegenheit zur Herausgabe ſeines ſchönen chronologiſchen Werkes *). Die Hauptfehler, welche dem verbeſſerten Kalender vorgeworfen wurden, waren: 1) gehe bey dieſer Einſchaltungsart das Frühlingsäquinoctium immer noch vom 21. März auf den 20ſten und 19ten zurück, beſonders in denjenigen Schaltjahren, welche vor dem erſten gemeinen Sekularjahre wie 1696, 1692 u. ſ. vorangehen, 2) habe man bey der Verbeſſerung des Mondcykels nur 3 Tage Vorrücken der Neumonde ſeit dem nicäniſchen Concilium angenommen, da doch ſelbiges beynahe bis auf 4 Tage gegangen iſt; daher die aſtronomiſchen Neumonde faſt einen ganzen Tag vor dem kirchlichen vorangehen. **Clavius** entſchuldiget dieſen letzten Fehler mit der Abſicht, damit die cykliſche Rechnung die Neumonde ungefähr einen Tag ſpäter angebe, als die wirklich aſtronomiſche, um dadurch deſto ſicherer Oſtern nicht am Vollmonde zu feyern, und folglich dem Geſetze ein Genüge zu thun.

*) De Calendario Gregoriano. Romae 1603. fol.; u. in *Clavii* opp. mathemat. Mogunt. 1612. fol. Tom. V.

Die Proteſtanten hatten zwar bis zum Jahre 1700 den alten julianiſchen Kalender beybehalten, nahmen aber noch in dieſem Jahre den verbeſſerten Kalender an, jedoch mit der Bedingung, daß der Oſtervollmond aſtronomiſch nach Kepplers rudolphiniſchen Tafeln für den Mittagskreis von Uranienburg, wo **Tycho** beobachtet hat, berechnet, der Tag, auf welchen dieſer Vollmond fällt, von Mitternacht an gerechnet, für die **Oſtergrenze** (terminus paſchalis) genommen, und den nächſten Sonntag darauf das Oſterfeſt gefeyert werden ſollte.

Die cykliſche Rechnung kann von der aſtronomiſchen eine ſolche Abweichung geben, daß dadurch in der Feyerung des Oſterfeſtes eine Woche Unterſchied verurſachet wird. M. ſ. **Epakten.** Ein ſolcher Fall trat ſchon im Jahre 1724 ein, wo der Vollmond nach den rudolphiniſchen Tafeln den 8. April um 4 Uhr Nachmittags einfiel. Dieſer Tag war ein Sonnabend, mithin für die Proteſtanten Oſtern den Sonntag darauf oder den 9. Aprill. Die cykliſche Berechnung hingegen gab den Oſtervollmond Sonntags den 9. Aprill, mithin die Feyer des Oſterfeſtes bey den Catholiken erſt am 16. Aprill [α]). Eben dieſer Fall ereignete ſich im Jahre 1744, da Oſtern bey den Proteſtanten auf den 29. März, bey den Catholiken auf den 5. Aprill fiel. Im Jahre 1778 fiel das Oſterfeſt nach der cykliſchen Berechnung auf den 19. Aprill; nach der aſtronomiſchen Berechnung eigentlich auf den 12ten, wurde jedoch durch einen eigenen Schluß der evangeliſchen Regenten auf den 19ten verlegt, weil ſonſt die Juden das Paſcha zugleich würden gefeyert haben [β]). Dieſe ganze Weitläuftigkeit rührte bloß daher, daß man glaubte, es ſey dieß eine ausdrückliche Anordnung der nicäniſchen Congregation. Allein in den Akten derſelben findet ſich darüber nichts als ein Synodalbrief der verſammelten Geiſtlichen, welcher enthält, daß

α) *Müller* de ratione computandi paſchatos exemplo anni 1724. illuſtrata Altorf. 1723. 4.

β) *Borz* de die paſchatos anni 1778. Lipſ. 1775. 4. und de paſchate anni 1778 Judaico. Lipſ. 1776.

daß das Oſterfeſt nicht mit den Juden, aber von der ganzen Chriſtenheit an einem Tage gefeyert werden ſoll [α]). **Johann Bernoulli** [β]) wünſchte daher, man möchte Oſtern den erſten Sonntag nach der Frühlingsnachtgleiche, und **Erneſti** [γ]), man möchte es den Sonntag nach dem 25. März feyern.

Im Jahre 1777 endlich wurde auch der gregorianiſche Kalender in Rückſicht der Feſtrechnung unter dem Nahmen des allgemeinen Reichskalenders eingeführet, ſo daß von dieſer Zeit an die Evangeliſchen mit den Catholiken das Oſterfeſt an einem Tage feyern. England hatte bereits im Jahre 1752, und Schweden 1753 den gregorianiſchen Kalender angenommen, daß alſo der alte Styl unter den chriſtlichen Völkern in Europa nur noch in Rußland üblich iſt.

Es genüget, hier ein einziges Beyſpiel für das Jahr 1799 nach dem allgemeinen Reichskalender beyzubringen, um zu ſehen, wie man ſich bey der Rechnung zu verhalten habe. Für allen Dingen muß man den Sonnencykel, den Sontagsbuchſtaben, die güldene Zahl, die Epakten und den Oſtervollmond für dieſes Jahr ſuchen, da ſich alsdann das Oſterfeſt und hieraus die übrigen beweglichen Feſte ſehr leicht ergeben.

Was den Sonnencykel betrifft, ſo iſt hiervon unter dem Artikel, **Cykel**, ſchon gezeiget worden, wie er zu finden ſey. Für das Jahr 1799 iſt er 16. Mit dieſem iſt nun der Sontagsbuchſtabe ſo verbunden. Man bezeichnet nämlich die 7 Wochentage durch das ganze Jahr hindurch mit den 7 Buchſtaben des großen Alphabets A, B, C, D, E, F, G, ſo daß alle Mahl auf den erſten Tag des Jahres der erſte Buchſtabe A kommt. Weil nun im gemeinen julianiſchen Jahre der letzte Tag mit dem Anfangstage einerley Wochentag iſt, ſo bekommt auch der letzte Tag dieſes Jah-

α) *Walch* decreti Nicaeni de paſchate explicatio; in comment. nov. Goett. ann. 1769. 1770.

β) Opp. Tom. IV. n. 188. p. 497.

γ) De feſto paſchatos. Lipſ. 1777. 4.

res den nämlichen Buchſtaben, welchen der erſte Tag im Jahre hatte, d. i. A. Einer von dieſen Buchſtaben wird alſo gewiß auf den erſten Sonntag des Jahres, mithin auch auf alle Sonntage in eben dem Jahre fallen, welcher daher auch der **Sonntagsbuchſtaben** genannt wird. Wäre alſo in einem Jahre der Sonntag der Anfangstag, ſo würde der Sonntagsbuchſtabe dieſes Jahres der Buchſtabe A ſeyn, und dieſer iſt zugleich im gemeinen julianiſchen Jahre der letzte. Der erſte Tag im folgenden Jahre iſt alſo der Montag, und weil dieſer den Buchſtaben A erhält, ſo fällt auf den Sonntag der Buchſtabe G, und gibt den Sonntagsbuchſtaben für das zweyte Jahr ab. Es fällt alſo in dieſem Jahre auf jeden Wochentag ein Buchſtabe, welcher demjenigen vorangehet, der im vorangehenden Jahre auf den nämlichen Tag fiel. Daraus läßt ſich nun ſchließen, daß jedes folgende Jahr einen Sonntagsbuchſtaben erhält, welcher nach der Ordnung des Alphabets dem Sonntagsbuchſtaben des vorigen verfloſſenen Jahres vorangehet. Es bekommt demnach jeder Monathstag im gemeinen Jahre ſeinen eigenen Buchſtaben. Es erhält nämlich der 1te, 8te, 15te, 22ſte, 29ſte Januar den Buchſtaben A, der 1te, 8te, 15te, 22ſte Februar den Buchſtaben D. Weil nun im gemeinen Jahre der Februar nur 28 Tage hat, ſo fällt auf den 1. März wiederum der Buchſtabe D, mithin haben Februar und März einerley Anfangsbuchſtaben. Im Gegentheil würde im Schaltjahre der 29ſte Februar den Buchſtaben D erhalten, folglich der Buchſtabe E auf den 1. März fallen, wenn man nicht den 23ſten und 24ſten Februar mit ein und dem nämlichen Buchſtaben E bezeichnete, und beyde Tage gleichſam für einen rechnete. Hierdurch aber erlangt man den Vortheil, daß in den folgenden Monathen April, May, Juni u. ſ. f. jeder Monathstag ſeinen eigenen Buchſtaben behält. Durch das ganze Jahr hindurch ſind die Buchſtaben für jeden Monathstag folgende:

am

am 1. Januar	A	am 1. Julius	G
—— Februar	D	—— Auguſt	C
—— März	D	—— September	F
—— Aprill	G	—— October	A
—— May	B	—— November	D
—— Junius	E	—— December	F

Weil in dem Schaltjahre der 23te und 24te Februar für einen Tag gerechnet wird, auf welchen der Buchſtabe E fällt, ſo folgt daraus, daß der Wochentag, auf welchen der Schalttag fällt, mithin auch jeder Wochentag nach den Schalttage, ſo wie der Sonntag, der nach dem Schalttage folgt, einen Buchſtaben erhält, welcher nach der Ordnung des Alphabets demjenigen vorangehet, welcher auf jeden dieſer Wochentage vor dem Schalttage fiel. Demnach hat das Schaltjahr zwey Sonntagsbuchſtaben, den einen vor, und den andern nach dem Schalttage. Folgende Tafel, wo das erſte Jahr als ein Schaltjahr angenommen wird, zeigt die Sonntagsbuchſtaben der 28 Jahre des Julianiſchen Sonnencykels.

1	G; F	8	E	15	C	22	A
2	E	9	D; C	16	B	23	G
3	D	10	B	17	A; G	24	F
4	C	11	A	18	F	25	E; D
5	B; A	12	G	19	E	26	C
6	G	13	F; E	20	D	27	B
7	F	14	D	21	C; B	28	A

das 29te Jahr erhält wieder G; F, und es fängt alſo die Reihe von neuem an. Dieſer Tabelle zufolge iſt der Sonntagsbuchſtabe für das Jahr 1799, wo die Zahl im Sonnencykel 16 iſt, der Buchſtabe B.

Durch den verbeſſerten Kalender änderte ſich dieſe Ordnung. Da nämlich im Jahre 1582 zehn Tage aus dem October wegfielen, ſo giengen auch 10 Buchſtaben, d. i. die ganze Reihe von ſieben und außerdem noch drey verloren, und der Sonntagsbuchſtabe mußte daher um drey Stellen, d. i. von G bis C weiter rücken. Im Jahre 1700 rückte er wegen Weglaſſung des Schalttages noch um die vierte Stelle, alſo

von G bis D fort. Daraus ergibt ſich die gregorianiſche Sonntagsbuchſtabentafel vom Jahre 1700 bis 1800.

1	D; C	8	B	15	G	22	E
2	B	9	A; G	16	F	23	D
3	A	10	F	17	E; D	24	C
4	G	11	E	18	C	25	B; A
5	F; E	12	D	19	B	26	G
6	D	13	C; B	20	A	27	F
7	C	14	A	21	G; F	28	E

Das Jahr 1800 wird alſo den Sonntagsbuchſtaben D durch das ganze Jahr erhalten, weil es wieder ein gemeines Jahr ſeyn ſoll. Dennoch iſt die Sonntagsbuchſtabentafel vom Jahre 1800 bis 1900 folgende:

1	E; D	8	C	15	A	22	F
2	C	9	B; A	16	G	23	E
3	B	10	G	17	F; E	24	D
4	A	11	F	18	D	25	C; B
5	G; F	12	E	19	C	26	A
6	E	13	D; C	20	B	27	G
7	D	14	B	21	A; G	28	F

Für 1799, deſſen Jahr das 16te im 65ſten laufenden Sonnencykel iſt, iſt folglich der Sonntagsbuchſtabe des gregorianiſchen Kalenders F. Hieraus kann man nun das ganze Jahr leicht in die gehörigen Monathe und Tage eintheilen.

Wie die güldene Zahl und die Epakten gefunden werden, iſt unter den Artikeln **Cykel** und **Epakten** gezeiget worden. Für das Jahr 1799 iſt die güldene Zahl XIV und die Epakte XXIII. Aus der Epakte mit der güldenen Zahl läßt ſich nun ſehr leicht die Oſtergrenze (terminus paſchalis) finden, d. h. der Tag, auf welchen der Vollmond nach der Frühlingsnachtgleiche einfällt oder der 14te Tag im Kirchenjahre, wenn der erſte Tag des Neumonden mit gezählet wird. Im Jahre 532 war nach der eingeführten Jahrrechnung des Dionyſius Exiguus die güldene Zahl = 1, und die Oſtergrenze fiel auf den 5. Aprill. Demnach laſſen ſich die Oſtergrenzen nach der

julia-

julianiſchen Jahrform für den 19 jährigen Mondcykel ſehr leicht finden; ſie ſind in folgender Tabelle enthalten:

Güld. Zahl.	Oſtergrenze.	Güld. Zahl.	Oſtergrenze.
1	5. Aprill D	11	15. Aprill G
2	25. März G	12	4. —— C
3	13. Aprill E	13	24. März F
4	2. —— A	14	12. Aprill D
5	22. März D	15	1. —— G
6	10. Aprill B	16	21. März C
7	30. März E	17	9. Aprill A
8	18. Aprill C	18	29. März D
9	7. —— F	19	17. Aprill B
10	27. März B		

Für das Jahr 1799 würde alſo nach der julianiſchen Jahrrechnung, weil die güldene Zahl 14 iſt, die Oſtergrenze der 12. Aprill D ſeyn, und da der Sonntagsbuchſtabe dieſes Jahres B iſt, ſo iſt der 12. Aprill ein Dienſtag, mithin den Sonntag darauf oder den 17. Aprill Oſtern.

Weil aber nach der gregorianiſchen Verbeſſerung die Berechnung des Oſterfeſtes durch Hülfe der Epakten geführet wird, ſo hat die gregorianiſche Oſtergrenzentafel für die Jahre 1700 bis 900 folgende Geſtalt erhalten:

Güld. Zahl.	Epakt.	Oſtergrenze.	Güld. Zahl.	Epakt.	Oſtergrenze.
1	*	13. Aprill E	11	XX	24. März F
2	XI	2. —— A	12	I	12. Aprill D
3	XXII	22. März D	13	XII	1. —— G
4	III	10. Aprill B	14	XXIII	21. März C
5	XIV	30. März E	15	IV	9. Aprill A
6	XXV	18. Aprill C	16	XV	29. März D
7	VI	7. —— F	17	XXVI	17 Aprill B
8	XVII	27. März B	18	VII	6. —— E
9	XXVIII	15. Aprill G	19	XVIII	26. März A
10	IX	4. —— C			

Für das Jahr 1799 findet man alſo aus der Epakte XXIII die Oſtergrenze den 21. März C. Nun iſt der Sonntagsbuchſtabe dieſes Jahres F, alſo iſt der 21. März ein Donnerſtag, und den Sonntag darauf oder den 24. März das Oſterfeſt.

Wenn auf dieſe Weiſe das Oſterfeſt beſtimmt iſt, ſo ordnen ſich ſehr leicht darnach alle übrige bewegliche Feſte. Die neun Sonntage vor Oſtern, ſo wie die acht nachfolgenden erhalten

halten ihre eigenen Nahmen, welche man in jedem Kalender findet. Der Sonntag nach Pfingſten wird Trinitatis genannt, und hiervon werden die übrigen Sonntage bis zum erſten Advent fortgezählet, da alsdann von dieſem noch drey Adventsſonntage bis zum Weynachtstage folgen. Was die unbeweglichen Feſte betrifft, welche jährlich auf einerley Monathstag fallen, findet man ebenfalls in jedem Kalender. Außer dem Verzeichniſſe der Tage mit beygeſchriebenen Nahmen wird den Kalendern noch eine Anzeige der Cykeln, der Epakte, des Sonntagsbuchſtabens, der Orte der Sonne und des Mondes nebſt der Stunde ihres Auf- und Unterganges für jeden Tag, des Mondwechſels, der Tage der Nachtgleichen und der Sonnenwenden, der Sonnen- und Mondfinſterniſſe u. ſ. f. beygefüget.

In Frankreich iſt von dem Nationalconvent durch ein Dekret vom 24. Nov. 1793 ein neuer Kalender eingeführet worden, deſſen Jahrrechnungsgrenze von der Herbſtnachtgleiche des Jahres 1792 anhebt. Dieſe fiel auf eben den Tag, an dem das erſte Dekret der neuen Republik bekannt gemacht ward, oder auf den 22. Septemb. 9 Uhr 18 Min. 30 Sek. Vormittags nach dem pariſer Meridian. Weil die Länge des Sonnenjahres von 365 Tagen 5 Stund. 46 Min. 49 Sekund. in einer Periode von 86400 Jahren 20929 Schalttage erfordert, ſo wird am Ende des Jahres ein Tag eingeſchaltet, ſo oft die Herbſtnachtgleiche ohne dieß auf den 2ten Tag des neuen Jahres fallen würde. In den erſten 129 Jahren wird dieß richtig alle 4 Jahre geſchehen können, und es iſt daher eine Periode von 4 Jahren unter dem Nahmen der Franciade eingeführet. Das gemeine Jahr wird in 12 Monathe, jeden zu 30 Tagen, eingetheilt, welchen am Ende des Jahres noch 5 Anhängetage, im Schaltjahre aber 6 dergleichen beygefüget werden. Statt der Wochen wird der Monath in drey Theile, jeden von 10 Tagen oder **Decaden**, getheilet, und überhaupt ſind alle übrige Abtheilungen dem Decimalſyſtem angemeſſen. Die Nahmen der Monathe ſind ſo gewählt, daß ſie nicht nur durch ihre Ableitung

ſondern

ſondern ſelbſt durch den Ton, welchen ſie im Ausſpruche geben, Jahreszeit, Temperatur und Zuſtand der Vegetationen bezeichnen. Für das Jahr 1795 findet man dieſen Kalender (calendrier republicain) neben dem gewöhnlichen (vieux ſtile) in der Connoiſſance des temps à l'uſage des Navigateurs et des Aſtronomes pour l'année 1795 du 12 Nivoſe de l'an 3 ou 10 Nivoſe de l'an 4 de l'Ere Republicaine 1794. 8.

Noch hat Herr Prof. **Rüdiger** in Leipzig den bekannten hundertjährigen Kalender, welcher ſo viele Thorheiten enthielt, mit Beybehaltung des Nahmens: **Chriſtoph von Hellwig** hundertjähriger Kalender, Leipz. 1786. 8, durch etwas Beſſeres zu verdrängen geſucht, auch einen immerwährenden *) herausgegeben, in welchem 35 Kalender, ſo viel derſelben nämlich nach den Stellungen des Oſterfeſtes möglich ſind, nebſt einer Anweiſung gegeben worden, auf welche Jahre des angegebenen Zeitraums ein jeder derſelben paſſe.

M. ſ. *Wolfii* elementa matheſeos vniuerſae; elem. chronologiae. *Montucla* hiſtoire des mathematiques. Tom. I. P. I. cap. 3. §. 13. P. III. cap. 4. §. 11. **Käſtners** Anfangsgründe der angewandten Mathematik; die Chronologie. Meine Anfangsgründe der optiſchen und aſtronomiſchen Wiſſenſchaften. Jena 1794. 8.; die Chronologie.

Kalk, (calx, chaux). In der Natur trifft man auf eine eigene Art von Erden oder Steinen, welche immer mit Säuren, beſonders mit Kohlenſäure und Waſſer verbunden ſind, und die man **rohe Kalkerde** oder **rohen Kalk** nennt. Bey der Auflöſung in andern Säuren brauſen ſie wegen des kohlenſauren Gas, welches ſich dabey entwickelt. Sie ſind geſchmacklos, und im Waſſer unauflöslich; und können dieſerwegen nicht zu den Salzen gerechnet werden. Wegen der Unauflöslichkeit im Waſſer ſind wir nicht im Stande, ſie künſtlicher Weiſe in kryſtalliniſcher Form darzu-

*) Immerwährender Oſterkalender, nebſt einer Oſtertabelle für die Jahre 1700 bis 2000. Leipz. 1789. gr. 8.

darzuſtellen, ſo wie ſie uns die Natur in ſehr mannigfaltiger Art kryſtalliſiret liefert, wie Kalkſpathkryſtalle beweiſen. Die durchſichtigen Kalkſpathe enthalten nach **Bergmann** 0,10 bis 0,11 Kryſtalliſationswaſſer, 0,34 bis 0,36 Kohlenſäure und 0,54 bis 0,56 Kalkerde. Weil das Waſſer und die Kohlenſäure des rohen Kalkes im Waſſer flüchtig ſind, ſo läßt ſich daraus durch das Brennen im Feuer eine lockere zerreibliche Materie darſtellen, welche einen beträchtlichen Theil des vorigen Gewichtes verloren hat, die ſich nun in den Säuren ohne Aufbrauſen, und mit beträchtlicher Erhitzung und Aufwallung auflöſet, und einen ſehr ſcharfen und brennenden Geſchmack hat. Sie iſt unter dem Nahmen **gebrannter Kalk, lebendiger** oder **ungelöſchter Kalk** (calx viua, vſta, chaux viue) bekannt. Gießt man auf den gebrannten Kalk etwas Waſſer, ſo dringt dieſes in jenen mit einem Geziſche hinein, wodurch er zerſpaltet, mit ſehr ſtarker Erhitzung aufſchwillt, und zu einem feinen Teig oder Brey zerfällt, den man alsdann **gelöſchten Kalk** nennt (calx extincta). Wird nachher Waſſer in hinlänglicher Menge zugeſchüttet, ſo löſet er ſich, wenn er rein und gut gebrannt iſt, völlig im Waſſer auf, obgleich nur in ſehr geringer Menge, indem 680 Theile ſiedendes Waſſer zu einem Theile Kalk erforderlich ſind. Die Auflöſung ſelbſt heißt **Kalkwaſſer** (aqua calcis, eau de chaux). Gießt man dieſes Kalkwaſſer von dem nicht aufgelöſeten gelöſchten Kalke ſogleich ab, als es ſich geſetzet hat, ſo iſt es völlig durchſichtig und farbenlos, und hat einen eigenen ſcharfen, ſchrumpfenden und alkaliſchen Geſchmack; es färbt den Veilchenſaft grün, macht die rothe Farbe des Fernambucks bläulich, und die gelbe der Curcuma braun. Wird das Kalkwaſſer einer Deſtillation unterworfen, ſo erhält man reines Waſſer, und es bleibt eine reine Kalkerde zurück. Wenn das Kalkwaſſer in genau verſchloſſenen und ganz damit voll gefüllten Gefäßen verſchloſſen wird, ſo erleidet es gar keine Aenderung; ſtellt man es hingegen an die freye Luft, ſo erzeuget ſich auf der Oberfläche deſſelben ein Häutchen, welches **Kalkrahm**

(cremor

(cremor calcis) heißt, welches immer dicker und dicker wird, endlich wegen ſeines vermehrten Gewichtes im Kalkwaſſer niederſinket, und einem neuen Häutchen Platz machet. Dieß dauert ſo lange, bis zuletzt aller vorher aufgelöſete Kalk ſich wieder abgeſchieden hat, und das Waſſer zu reinem Waſſer geworden iſt. Dieſer Kalkrahm verhält ſich aber nicht mehr wie der gebrannte Kalk. Er brauſet nun wieder mit Säuren, löſet ſich im Waſſer nicht mehr auf und iſt geſchmacklos, kurz er zeiget ſich völlig wie der rohe Kalk. Eben dieß widerfähret auch dem gebrannten Kalk, welcher der freyen Luft ausgeſetzet iſt. Er ſchwillt nämlich immer mehr und mehr auf und zerfällt jedoch ohne alle Erhitzung. Sein Gewicht nimmt dabey beträchtlich zu, und zuletzt erlangt er die nämliche Eigenſchaft des rohen Kalkes wieder. Man nennt ihn **zerfallenen Kalk, Mahlkalk, Staubkalk** (chaux éteinte à l'air). Friſch zerfallener Kalk unterſcheidet ſich aber allerdings von dem, welcher der Luft ſchon lange ausgeſetzet geweſen iſt. Wird der lebendige Kalk vor dem Zugange der Luft verwahret, ſo läßt er ſich unverändert erhalten.

Wenn zum friſchen und klaren Kalkwaſſer etwas kohlenſaures Gas gemiſcht wird, ſo wird dieſes ſogleich verſchluckt, das Kalkwaſſer wird getrübt und der vorher im Waſſer aufgelöſet geweſene Kalk fällt als roher Kalk nieder; miſcht man aber noch mehreres kohlenſaures Gas damit, und ſchüttelt es, ſo wird alles wieder klar und durchſichtig, und die niedergeſchlagene rohe Kalkerde löſet ſich vollkommen wieder auf. Dieſe neue Auflöſung ſchmeckt nicht mehr wie Kalkwaſſer, und wirkt auch nicht mehr wie daſſelbe auf Pflanzenpigmente. Wird ſie zum Kochen gebracht, ſo trübt ſie ſich wieder, und der aufgelöſete Kalk fällt ſämmtlich als roher Kalk nieder. Es wird alſo hier die Kohlenſäure ein Auflöſungsmittel für die rohe Kalkerde, oder die mit Kohlenſäure überſetzte Kalkerde iſt im Waſſer auflöslich. Durchs Sieden wird dieſe überflüſſige Kohlenſäure wieder aus dem Waſſer als Gas verjagt.

Wird in friſches und klares Kalkwaſſer die Auflöſung irgend eines kohlenſauren Alkalis getröpfelt, ſo entſteht ſogleich ein Niederſchlag von roher Kalkerde, und das Alkali verlieret ſeine Kohlenſäure oder wird ätzend. Eben ſo entſtehet ein Niederſchlag, wenn man trockenes, ätzendes, fixes Alkali ins Kalkwaſſer bringt, aber dieſer iſt nun kein roher, ſondern reiner Kalk; denn er brauſet nicht mit Säuren, und löſet ſich auch bey mehrerem reinen, zugeſetzten Waſſer wieder auf.

Alle dieſe merkwürdigen Erſcheinungen, welche der Kalk bey der Verwandlung in ungelöſchten Kalk erleidet, ſo wie die Veränderungen des Kalkwaſſers und des gebrannten Kalkes an der Luft waren Erſcheinungen, womit ſich die Chemiker von jeher nicht wenig beſchäftiget haben. **Van Helmont, Daniel Ludovici** [α]) und **du Fay** [β]) nahmen dieſerwegen ein eigenes Salz an, welches durchs Brennen im Kalke entwickelt würde; **Homberg** [γ]) und **Lemery** [δ]) waren der Meinung, daß wegen der Erhitzung des gebrannten Kalkes im Waſſer und der Aetzbarkeit des Kalkwaſſers in den Zwiſchenräumen des Kalkes, von dem Brennen her, Feuertheile eingeſchloſſen ſich befänden.

Johann Friedrich Meyer [ε]) errichtete auf ſeine vielen und mannigfaltigen Verſuche eine Theorie der Aetzbarkeit, deren Natur er in einer eigenen Materie ſuchte, welche im Küchenfeuer, aber nicht im Sonnenfeuer enthalten ſey. Dieſe Materie war nach ihm das reinſte mit einer Säure verbundene Feuerweſen, und nannte ſie das Kauſticum oder die **fette Säure** (acidum pingue). Dieſe fette Säure ſoll aus dem Küchenfeuern beym Brennen, ſelbſt durch die Gefäße in den Kalk eindringen, ihn ätzend und im Waſſer auflöslich machen. Beym Löſchen ſoll ſie ſich entwickeln, die Er-

α) Ephemerid. Acad. naturae curioſ. ann. 1675. et 1676. obſ. 244.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1724.
γ) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1700.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1709.
ε) Chymiſche Verſuche zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalkes ꝛc. Hannov. 1764. 1770. 8.

Erhitzung verurſachen, und dergleichen Erſcheinungen dem Kalke mehr ertheilen. Allein **Macquer** ſetzt dieſer Theorie mit Recht entgegen, daß das Feuer die Materien, mit welchen es ſich binde, nicht ätzend mache, ſondern vielmehr durch das Binden ſeine eigene Wirkſamkeit verliere; daß ſich das Kalkwaſſer, das ſich der freyen Luft ausgeſetzt zerſetze, auch in verſchloſſenen, vor dem Zugang der Luft geſicherten Gefäßen zerſetzen müſſe, wenn das Kauſticum durch die Wände der Gefäße dringen könnte; daß ſich endlich auch der rohe Kalk durch die Wirkung der Brenngläſer in ungelöſchten Kalk verwandeln laſſe, welchen Verſuch **Well** [α]) zuerſt angeſtellet hat.

Da der gebrannte Kalk eine große Abnahme ſeines vorigen Gewichtes zeiget, ſo iſt natürlich, daß er während des Brennens etwas verloren haben muß. Daher auch ſchon **Stahl** die ſalzartigen Eigenſchaften des Kalkes, ſo wie aller Salze aus der Verbindung des wäſſerigen und erdigen Grundſtoffs erkläret, und zugleich annimmt, daß das Wäſſerige durch das Brennen hinweggeführet werde, daß aber dieſe Trennung die Neigung des erdigen Grundſtoffs gegen das Waſſer nicht aufhebe, ſondern ſie vielmehr durch Verfeinerung der Erde noch mehr vergrößere, woher die in der Kalkerde bereits angefangene ſalzartige Miſchung im lebendigen Kalke noch vollkommener werde, wenn man ihn aufs neue mit Waſſer vermiſche.

Nachdem die Gasarten erfunden wurden, ſo fieng man auch an, von allen dieſen Erſcheinungen mehr Aufklärung zu erhalten. D. **Black** [β]) in Edinburgh zeigte im Jahre 1756 zuerſt, daß die von ihm genannte fixe Luft hierbey vorzüglich im Spiele ſey, indem eben dieſe ſo wohl beym Brennen des Kalkes, als auch beym Aufgießen der Säure auf ſelbigen ſich daraus entwickele. Den Kalk nahm er von Natur ſcharf, und im Waſſer auflöslich an, war aber der Meinung, daß die

α) Rechtfertigung der blackiſchen Lehre. Wien 1771. 8.

β) Experim. on Magneſia alba etc. in den eſſays and obſervat. read before a ſociety in Edinb. Vol. II. p. 157.

die fixe Luft im rohen Kalke dieſe Schärfe und Auflöslichkeit mildere, und mit ihm gleichſam ein Mittelſalz bilde. Durchs Brennen gehe die fixe Luft nebſt dem Waſſer, und dadurch zugleich ein Theil des Gewichtes verloren; daher zeige nun der Kalk ſeine Auflöslichkeit im Waſſer und ſeine Aetzbarkeit. An der freyen Luft ſauge er wieder fixe Luft ein, und verwandele ſich daher wieder in rohen Kalk. Das Aufbrauſen mit den Säuren rühre bloß von der Entwickelung der fixen Luft her, und ſey beym gebrannten Kalke deßwegen nicht anzutreffen, weil dieſer keine fixe Luft mehr enthalte. Dieſe Theorie iſt durch neuere Verſuche immer mehr beſtätiget worden.

Nach **Bergmann** α) iſt der rohe Kalk ein ſchwer auflösliches Mittelſalz, das ungefähr 55 Theile reine Kalkerde, 11 Theile Waſſer und 34 Theile Luftſäure enthält. Durchs Brennen gehen das Waſſer und die Luftſäure hinweg, daher auch **Bergmann** den rohen Kalk **luftſäurehaltigen** oder **milden**, den gebrannten **reinen** Kalk nennt. Obgleich die Luftſäure rohen Kalk aus dem Kalkwaſſer niederſchläget, wodurch er im Waſſer unauflöslich wird, ſo löſet doch die Uebersättigung mit Luftſäure den rohen Kalk ſelbſt wieder auf, und verbindet ihn mit dem Waſſer, ohne daß er ſeine Aetzbarkeit wieder erhält. Auf ſolche Art können die Waſſer, und beſonders die Sauerbrunnen eine große Menge rohen Kalk in ſich aufgelöſet enthalten. Dieſe Theorie iſt von Jacquin β) durch entſcheidende Verſuche dargethan worden.

Das einzige Phänomen, daß durchs Aufgießen des Waſſers auf den gebrannten Kalk Erhitzung entſtehe, blieb noch unerklärbar, und dieſerwegen waren noch viele Chemiker Meyers Theorie zugethan, daß ſich nämlich bey dem Brennen Feuertheile mit dem Kalke verbänden, und beym Löſchen wieder entwickelt würden, woraus auch noch viele die Aetzbarkeit des Kalkes herleiteten, welche man immer noch als eine Wirkung des Feuers annahm.

Da

α) De acido aëreo. §. 11.

β) Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui. Vindob. 1769. 8.

Da man aber nachher richtigere Vorſtellungen von der Aetzbarkeit und von der Bindung des freyen Wärmeſtoffs und Entlaſſung desſelben erhielt, ſo war man im Stande, auch dieſe Erfahrung weit natürlicher als nach Meyers Hypotheſe zu erklären. Das Waſſer nämlich, welches der gebrannte Kalk beym Löſchen mit vieler Kraft in ſich zieht, wird in ein feſtes oder Kryſtalliſationswaſſer verwandelt, wodurch alſo nothwendig der gebundene Wärmeſtoff als fühlbare Wärme frey werden muß. Die Aetzbarkeit des lebendigen Kalkes kann aber für ſich nichts weiter, als für eine Wirkung der Wahlverwandtſchaften gehalten werden.

Wenn der gebrannte Kalk mit nicht zu vielem Waſſer gelöſchet wird, ſo bemerket man im Dunkeln während des Löſchens an ihm ein Leuchten. Herr **Gren** vermuthet, daß der gebrannte Kalk Brennſtoff enthalte, welchen er vielleicht beym Brennen aus der Zerſetzung des Lichtes eingeſogen habe, und bey der Erhitzung durch den Wärmeſtoff wieder zum Lichte werde, indem er das Licht als eine Zuſammenſetzung des Brennſtoffs und der Wärmematerie betrachtet.

Nach Verſuchen des Herrn **Achard** *) ſcheint der gelöſchte Kalk auf die Lebensluft und Stickſtoffluft keine Wirkung zu haben, und alſo auch nicht die atmoſphäriſche Luft weiter zu ändern, als daß ſie daraus die Kohlenſäure und das Waſſer in ſich nimmt. Jedoch hat man noch nicht erklären können, woher der eigene Geruch in der friſchen Kalktünche komme.

Der gebrannte und gelöſchte Kalk wird im gemeinen Leben vorzüglich zum **Mörtel** (caementum) angewendet. Es beſitzet nämlich dieſer eine Fähigkeit, das Waſſer zu binden, und mit den kieſelartigen Steinen ſtark zuſammen zu hängen. Man bereitet dieſen Mörtel ſo, daß man den zu einem Teige gemachten gelöſchten Kalk mit nicht zu feinem Sande ſorg-

 fältig

*) Verſuche, um zu beſtimmen, was das Löſchen des gebrannten Kalkes für Wirkungen auf die gemeine Luft und die verſchiedenen Luftarten hervorbringt; in Crells chemiſch. Annalen 1787. B. I. S. 99.

fältig vermengt. Erſt nach dem völligen Austrocknen verhärtet er gehörig. Es kann nämlich der Kalk nur eine beſtimmte Menge Waſſer in ſich nehmen und binden; ſo lange er nun noch eine überflüſſige Menge davon enthält, ſo iſt auch dadurch ſeine Conſiſtenz noch weich, und er läßt ſich durch Waſſer wieder abſpühlen. Iſt aber dieß überflüſſige Waſſer verdunſtet, ſo erleidet der Kalk eine Art von Kryſtalliſation, wird durch die allmählige Aufnahme der Kohlenſäure aus der Luft wieder zum rohen Kalk, und verhärtet nun mit der Kieſelerde zu einer ſtarken ſteinartigen Maſſe. Daraus ſieht man, daß der Kalkmörtel zum Waſſerbau untauglich iſt, wenn er mit dem Waſſer in Berührung kommt, noch ehe er völlig ausgetrocknet iſt. Dieſerwegen hat Herr **Loriot** *) zum waſſerfeſten Mörtel beym Waſſerbau vorgeſchlagen, zu dem gewöhnlichen Mörtel aus dem gelöſchten Kalke und Sand noch ein Drittel friſchen ungelöſchten und gepulverten Kalk zu zuſetzen, welcher das überflüſſige Waſſer des erſtern ſogleich in ſich nimmt, damit ſchnell erhärtet, und daher auch gleich verbrauchet werden muß. Uebrigens iſt es zur Bereitung eines guten Mörtels nöthig, daß der dazu gebrauchte Kalk gehörig gebrannt ſey, daß er friſch gelöſchet ſey, ehe er noch zerfallen iſt, daß, wenn der gelöſchte Kalk aufbewahret werden ſoll, beym Löſchen überflüſſig Waſſer zugeſetzet ſey, damit er beym Aufbewahren nicht erhärte; daß er nach dem Löſchen ſorgfältig vor dem Austrocknen und vor dem Einſaugen der Kohlenſäure verwahret werde, wodurch er nach und nach die Natur des rohen Kalkes wieder erhalten würde; ferner daß der Sand, welcher beym Gebrauche zugeſetzet wird, nicht zu fein und nicht zu grob ſey; aber auch nicht in zu großer und geringer Menge darunter kommt. Hieraus erhellet zugleich, warum Mauerwerk, deſſen Mörtel gefrieret, ehe er ganz ausgetrocknet iſt, keine Feſtigkeit erlangt, indem die überflüſſigen Waſſertheilchen zu Eis werden, dann die Kalktheilchen von einander entfernet halten, und folglich das Zuſammenbacken derſelben verhindern.

Außer-

*) Mém. ſur. une découverte dans l'art de batir à Paris 1774. 8.

Außerdem wird auch der gebrannte Kalk bey andern Gewerben gebrauchet, als beym Seiſenſieden, beym Lederbereiten, in der Färbekunſt u. ſ. w.

M. ſ. **Macquer** chymiſches Wörterbuch durch **Leonhardi** Art. **Kalch, ſteinartiger** oder **erdiger. Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie; Halle, 1794. Th. I. §. 355 u. f.

Kalke, metalliſche, Metallkalke, metalliſche Erden, metalliſche Halbſäuren (calces metallicae, oxida metallica, chaux métalliques, oxides métalliques). Alle Metalle, nur Silber, Gold und Platina ausgenommen, erleiden früher oder ſpäter eine ſehr merkwürdige Veränderung, wenn ſie beym Zutritt der reſpirabeln Luft der Schmelzhitze ausgeſetzet werden. Nimmt man z. B. eine beliebige Menge Bley, läßt es in einem Calcinirſcherben ſchmelzen, ſo wird ſich ſeine glänzende ſpiegelnde Oberfläche gar bald verlieren, und mit einer grauen erdigen Haut überzogen werden. Streicht man dieſe zurück, ſo kommt auch ſogleich der metalliſche ſpiegelnde Glanz zum Vorſchein, währet aber nicht lange, indem ſich wieder ein ſolches erdiges Häutchen über der Oberfläche verbreitet, welches man abermahls zurückſtreichen kann. Setzt man dieſe Arbeit auf ſolche Weiſe fort, ſo läßt ſich zuletzt alles Bley in dergleichen grauen erdigen Staub verwandeln. Dieſer Staub hat ganz das Anſehen einer lockern und zerreiblichen Erde, der metalliſche Glanz, der Zuſammenhang und die übrigen in die Augen fallenden Erſcheinungen, welche dem Bley als Metall zukommen, ſind verloren gegangen. Metall, welches auf irgend eine Weiſe dieſe Veränderungen erlitten hat, heißt **Metallkalk**, aber nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme, aus bald anzuführenden Urſachen, **metalliſche Halbſäure**.

Die metalliſchen Kalke haben theils nach der Verſchiedenheit der Metalle, theils aber auch nach dem Grade der bey der Verkalkung angewandten Hitze verſchiedene Farben, und werden dieſerwegen auch wohl verſchiedentlich benannt.

So heißen einige gelbe, röthliche oder braune **Safrane** (croci), die weißen oder grauen **Metallasche** (cinis).

Alle metalliſche Kalke haben wegen ihres lockern Zuſammenhanges ein geringeres eigenthümliches Gewicht, als die reguliniſchen Metalle, woraus man ſie erhalten hat. Die Kalke der im Feuer flüchtigen Metalle ſind viel feuerbeſtändiger als die Metalle ſelbſt, und alle erfordern zum Schmelzen eine weit größere Hitze, als ihre Metalle. Uebrigens findet bey allen Metallkalken eine Zunahme ihres abſoluten Gewichtes Statt, und zwar bey einigen mehr, bey andern weniger, vorausgeſetzet, daß nichts Weſentliches von dem Metalle, zumahl bey den flüchtigen, verloren gegangen iſt. So findet man z. B. bey dem Bley, daß dieſes nach vollendeter Verkalkung in Anſehung ſeines Gewichtes gerade um $\frac{1}{10}$ zugenommen hat.

Außer den Schmelzungsgraden des Feuers laſſen ſich auch die Metalle durch die Verpuffung mit dem Salpeter, durch Auflöſung derſelben in Säuren, und einige Metalle durchs Waſſer in Metallkalke verwandeln.

Auch iſt ein und dasſelbe Metall eines verſchiedenen Grades der Verkalkung fähig, wodurch ſeine Eigenſchaften, ſeine Farbe, ſein Verhalten gegen andere Körper gar ſehr abgeändert werden. So verwandelt ſich zuerſt das Bley in einen grauen, nachher in einen gelben, und alsdann in einen röthlichen Bleykalk; das Queckſilber durch geringere Wärme beym Zutritt der Luft in einen ſchwarzen, durch ſtärkere Hitze in einen rothen Kalk.

Unter allen Erſcheinungen der Metallkalke iſt die Zunahme des abſoluten Gewichtes bey der Verkalkung eine der merkwürdigſten. Sie iſt ſchon ſehr frühzeitig wahrgenommen worden, und man hat ſie auf verſchiedene Art zu erklären geſuchet. Im Jahre 1630 leitete ſie **Jean Rey** *) von der Luft her, welche die Zinn- und Bleykalke bey der Verkalkung einſaugten. Dieſe Meinung verließ man aber bald wieder, und

*) Eſſais ſur la recherche de la cauſe, pour la quelle l'eſtain et le plomb augmentent de poids, quand on les calcine, à Bazas. 8.

und erklärte dieſe Gewichtszunahme mit **Boyle** [α]) und **Lemery** [β]) aus beygetretenen Feuertheilen. Als man nachher die Verkalkung allgemein als eine Entweichung des Phlogiſtons aus den reguliniſchen Metallen annahm, ſo ſchien es einigen widerſprechend zu ſeyn, daß beym Verluſte des Phlogiſtons dem Kalke mehr Feuertheile beytreten ſollten [γ]), und es blieb die Sache bey einer großen Menge darüber vorgetragener Hypotheſen immer noch räthſelhaft. **Meyer** glaubte, daß ſein Kauſticum, welches er von dem brennbaren Weſen unterſchied, aus dem Küchenfeuer in die Kälte übergienge, und dadurch die Gewichtszunahme bewirke. Die Herrn **Morveau**, **Maret** und **Durande** [δ]) hielten das Phlogiſton für eine Materie ohne alle Schwere, oder gar als eine ſolche, welche abſolut leicht wäre, und folglich das Gewicht der Körper durch ſeinen Beytritt verminderе, und durch die Entweichung vermehre. Wie wenig haltbar aber dieſe Meinung ſey, ſ. m. den Artikel **Brennſtoff**.

Nachdem aber die Eigenſchaften der verſchiedenen Gasarten entwickelt wurden, ſo erhielt man auch von dieſer Erſcheinung richtigere und der Natur angemeſſenere Vorſtellungen. Man nahm zwar anfänglich an, wie auch ſchon **Rey** gethan hatte, daß die Metalle das Gas als Gas in ſich nähmen und figirten, das bey der Reduktion der Metallkalke mit Aufbrauſen wieder davon ginge. **Prieſtley** hielt dieſen eingeſogenen Theil für Luftſäure oder fixe Luft, weil ſich faſt bey allen Reduktionen dergleichen in Menge entbindet; **Lavoiſier** [ε]) und **Bayen** [ζ]) aber ſuchten es durch

α) New experiments to make fire and flame ſtable and ponderable Lond. 1673. 8.; u. in Boyle's Works. Vol. III.

β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1712.

γ) Diſſ. ſur la cauſe de l'augmentation de poids, que certaines matières acquièrent dans leur calcination par le P. *Béraud*. à la Haye 1748. 8. *Vogel* prog. quo experimenta chemicorum de incremento ponderis corp. calcinat. examinat. Goett. 1753. 4.

δ) Elémens de chymie théorique et prátique. à Dijon 1777; überſ. von Weigel. Leipz. III. Th. 1778 — 1780.

ε) Opuſcules chem. et phyſ. Tom. I. p. 285. T. II. p. 311 ſq.

ζ) In *Rozier* Journal de phyſ. Tom. III. p. 120. Tom. VI. p. 487. Tom. VII. p. 390 ſqq.

eine zahlreiche Menge von Verſuchen wahrſcheinlich zu machen, daß dem Metalle bey der Verkalkung ein Antheil von dephlogiſtiſirter Luft aus der Atmoſphäre beytrete. Zum Beweiſe dieſer Meinung dienten vorzüglich dieſe Umſtände, daß keine Verkalkung ohne Zutritt der Luft Statt fand, daß ſich bey der Reduktion Gasarten entwickelten, deren Gewicht gerade ſo viel betrug, als das Uebergewicht der Kalke, und daß bey der Verkalkung eine Menge von Luft verſchluckt wurde, welche mit der Menge des erhaltenen Kalks im Verhältniſſe ſtand. **Lavoiſier** brachte genau abgewogenes Zinn in eine gläſerne Retorte, und ſetzte dieſe verſchloſſen dem Feuer aus. Die Verkalkung hörte bald auf, und die Retorte ſelbſt wog noch ſo viel als vorher, ein Beweis, daß die Gewichtszunahme des Kalkes nicht durch den Beytritt der Feuertheile herrühre. Nachdem er aber die Spitze der Retorte abbrach, ſo drang die äußere Luft mit einem Ziſchen hinein, und obgleich die Retorte ihr voriges Gewicht behalten hatte, fand ſich doch beym Zinne eine Gewichtszunahme. **Bayen** unterſuchte beſonders die Queckſilberkalke und erhielt bey der Reduktion derſelben allezeit eine Menge Gas, welche der Menge der zu reducirenden Metallkalke und dem Unterſchiede des Gewichtes angemeſſen war. Daraus ſchließen **Lavoiſier** und **Bayen**, daß die Metallkalke ihre Gewichtszunahme allein durchs Hinzukommen einer Gasart erhielten, und daß das Phlogiſton der Chemie ein Unding ſey.

Bey der Verkalkung des Zinnes in einer gläſernen Retorte zeigte die zurückbleibende Luft alle Eigenſchaften der phlogiſtiſirten, hatte am Gewicht und Umfange abgenommen, dagegen das verkalkte Metall an beyden zugenommen, und zwar am Gewicht ſo viel, als die Luft abgenommen hatte. **Lavoiſier** erklärte dieſe Erſcheinung ſo: der reine Theil der atmoſphäriſchen Luft trete dem Metalle bey, vermehre dadurch deſſen Gewicht gerade ſo viel, als der reine Antheil der Luft betrug, laſſe den irreſpirabeln Theil zurück, und vermindere dadurch zugleich den Umfang der atmoſphäriſchen Luft. Dieſer Erklärung ſetzte ſchon anfänglich Herr

Gren

Gren mit Recht entgegen, es ſey ganz widerſprechend, daß in der Glühehitze, welche alles ausdehne, und den Stoffen vielmehr die Luftgeſtalt zu geben geſchickt ſey, irgend eine Luftart figiret werden und ihre elaſtiſche Form verlieren ſolle, wiewohl er darin irrte, daß er dem Phlogiſton, das bey dem Verkalken aus dem Metalle entweiche, eine abſolute Leichtigkeit oder negative Schwere beylegte, ſo daß er die Gewichtszunahme als eine unmittelbare Folge des Verluſtes des Brennſtoffs annahm. M. ſ. **Brennſtoff.** Jedoch hat Herr **Gren** zuletzt auch dieſe Meinung von der negativen Schwere als Phlogiſtons zurückgenommen, und iſt in Anſehung der Theorie des Verkalkens der Metalle in den Hauptſtücken dem antiphlogiſtiſchen Syſteme beygetreten.

Neuere Chemiker, als **J. G. Gmelin** [α]), **Wiegleb** [β]), **Weigel** [γ]), **Bergmann** [δ]) und andere haben die Meinung derjenigen, welche die Gewichtszunahme der Metallkalke aus dem Beytritt der Feuertheile erklärten, unter gewiſſen Modifikationen angenommen, daß ſie z. B. ſtatt der Feuertheile Wärmeſtoff ſetzen.

Einige andere Chemiker vermutheten, daß das, was dem Metalle beytrete, ein aus dem Phlogiſton und der reinen Luft durch die Verbrennung erzeugtes Waſſer ſeyn könne. Dieſe Vermuthung haben einige geäußert, nachdem die Herrn **Cavendiſh, Watt, Lavoiſier** und **la Place** beym Abbrennen der brennbaren und dephlogiſtiſirten Luft Waſſer erhielten. Beſonders iſt dieſe Meinung vom Herrn **Weſtrumb** [ε]) ſtark vertheidiget worden. Herr **Gren** wendet dagegen ein, man bemerke beym Verkalken keinen Waſſerdampf, und beym Verbrennen des Phosphors in trockenen mit Queckſilber geſperrten Gefäßen überhaupt nichts Flüſſiges; auch erhalte man aus friſchen und noch heißen Metallkalken

α) Commentat. Petropol. Tom. V. p. 263.
β) Handbuch der allgemeinen Chemie. Th. I. §. 363.
γ) Chemiſch-mineralogiſche Beobachtungen. Th. I. S. 38. Th. II. S. 4 f.
δ) De praecipitatis metall. in opuſcul. Vol. II. p. 394.
ε) Kleine phyſik. chemiſche Abhandl. B. II. H. 1. S. 1 f. S. 119 f.

kalken beym Verglaſen kein Waſſer, wenn man trockene und wohl ausgeglühete Gefäße gebrauche. Das Bleyglas, welches nichts am Gewichte verliere, könne in 110 Pfund unmöglich 10 Pfund Waſſer enthalten, da es überhaupt nicht viel mehr Raum einnehme, als 12 Pfund Waſſer, und es ſey widerſprechend, daß das Waſſer in der Glühehitze ſeinen dampfförmigen Zuſtand verlaſſen, und ſich mit einem feſten Körper verbinden ſolle.

Herr **Wilkens** *) führet in einem Aufſatze an, daß ſich die Gewichtszunahme der Metalle nach dem Verkalken im phlogiſtiſchen Syſteme ſehr gut erklären laſſe, wenn man nur annehme, das Phlogiſton ſey unter allen Stoffen der leichteſte, und wäge weniger als die atmoſphäriſche Luft, welche in die durch ſeine Entwickelung entſtandenen leeren Zwiſchenräumchen trete. Er ſucht dieß im Allgemeinen durch Formeln zu beweiſen, und muthmaßet, daß ſich ſelbſt **Stahl** die Sache ſo erkläret habe. Allein es läßt ſich gar auf keine Weiſe gedenken, daß die atmoſphäriſche Luft bey der Glühehitze figiret werden könne.

Unſtreitig erkläret die antiphlogiſtiſche Chemie die Gewichtszunahme der Metallkalke am glücklichſten und natürlichſten. Mit dem Verkalken der Metalle hat es nämlich eben die Bewandtniß, wie mit dem Verbrennen. Sehr viele angeſtellte Verſuche beweiſen unläugbar

1. daß beym Ausſchluß der reſpirabeln Luft keine Verkalkung der Metalle durch bloßes Feuer möglich iſt. In einem völlig verſchloſſenen Gefäße, welches keine reſpirable Luft enthält, geht keine Verkalkung irgend eines Metalles vor. Unter einer Decke von Glas, Schlacken, Kohlengeſtübe u. d. gl. geſchmolzen bleibt daher das reguliniſche Metall reguliniſch. Eben wegen des nothwendigen Zutritts der reſpirabeln Luft zum Verkalken geſchieht dasſelbe nur immer an der Oberfläche des ſchmelzenden Metalles, wo die Luft Zutritt hat.

2.

*) Aufſätze, mathem. phyſ. chemiſch-Inhalts. Heft 1. Götting. 1790. gr. 8. S. 63 f.

2. Daß beym Prozeß des Verkalkens die Lebensluft verſchwindet, und in einer beſtimmten Menge derſelben auch nur eine beſtimmte Menge des reguliniſchen Metalls verkalket werden kann.

3. Daß das Uebergewicht des Metallkalkes über das Gewicht des reguliniſchen Metalls, was zum Verkalken angewendet wird, dem Gewichte des dabey verſchwindenden Antheils der Lebensluft correſpondiret.

4. Daß bey der Wiederherſtellung des Metallkalkes ſich Baſis der Lebensluft entwickelt, welche entweder als reine Lebensluft austritt, wenn ſich der Metallkalk für ſich allein ohne Zuſatz durch bloßes Glühen wieder herſtellen läßt, oder als kohlenſaures Gas, wenn er dazu einen Zuſatz von Kohle erfordert.

Nach der antiphlogiſtiſchen Chemie ſind die Metalle einfache und unzerlegte Subſtanzen, welche bey einem gewiſſen Grade der Temperatur ſtarke Verwandtſchaft zum Sauerſtoff beſitzen. Kommen ſie alſo zu einem gewiſſen Grad von Hitze, ſo wird ihre Verwandtſchaft zum Sauerſtoff ſtärker, als die des Wärmeſtoffs zum letzten iſt; alle Metalle alſo, Gold, Silber und Platina ausgenommen, zerſetzen die Lebensluft ſchneller oder langſamer, nehmen den Sauerſtoff auf, und machen den Wärmeſtoff frey. Durch dieſe Verbindung mit dem Sauerſtoffe verändern die Metalle ihre vorige Eigenſchaften, verlieren ihren metalliſchen Glanz, nehmen ein erdiges Anſehen an, und erhalten eine Zunahme des Gewichtes. Nach dieſem Syſteme werden alſo die Metallkalke als zuſammengeſetzte Subſtanzen aus reguliniſchem Metall und Sauerſtoff angenommen. Die Metalle werden aber bey dieſem Prozeſſe des Verkalkens in der Luft nicht ganz mit Sauerſtoff geſättiget, indem die Verwandtſchaft des Sauerſtoffs mit den Metallen nicht viel größer, als die zum Wärmeſtoffe iſt. Sie verwandeln ſich alſo in keine Säuren, wie Schwefel, Phosphor und Kohle, ſondern bilden Mittelſubſtanzen, die ſich dem ſalzigen Zuſtande zu nähern anfangen, aber noch nicht alle Eigenſchaften eines

Salzes

Salzes erhalten haben. Hieraus erkläret ſich die Benennung der Metallkalke nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme durch oxydes métalliques (oxida metallica), welches man durch **metalliſche Halbſäuren** überſetzet hat, und die Verkalkung ſelbſt durch **Oxydation** (oxydatio, oxidation). Hieraus erhellet nun, warum der Zutritt der Lebensluft zum Verkalken nothwendig iſt, worin ihr Verſchwinden dabey beſtehe, woher die Zunahme des Gewichtes der Metallkalke rühret, und warum dieſe Zunahme des Gewichtes der Abnahme desſelben der zum Verkalken angewandten Luft proportional iſt.

Weil alle Metalle die nämlichen Erſcheinungen zeigen, wenn ſie geſäuert werden, ſo iſt wahrſcheinlich, daß die Urſache dieſer Erſcheinungen auch bey allen Metallen ein und dieſelbe iſt, und nicht bey jedem Metalle verſchieden, wie vormahls Herr **Kirwan** behauptete. Wenn die Metalle auf irgend eine andere Art, als in dem Sauerſtoffgas geſäuret werden, ſo geht dieſelbe Veränderung mit ihnen vor. Dem zufolge iſt wahrſcheinlich, daß die Säurung der Metalle, ſie geſchehe durch die Luft, durch das Feuer, durch das Waſſer oder durch die Säuren, weiter nichts iſt, als eine Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Metalle.

Die metalliſchen Halbſäuren ſind unter einander verſchieden: 1) vermöge der größern oder geringern Menge von Sauerſtoff, den ſie enthalten, 2) vermöge der mehr oder weniger engen Verbindung, in welcher der Sauerſtoff mit dem Wärmeſtoffe ſteht. Einige metalliſche Halbſäuren verlieren den mit ihnen verbundenen Sauerſtoff durch die bloße Berührung des Wärmeſtoffs; da hingegen andere metalliſche Halbſäuren den mit ihnen verbundenen Sauerſtoff von einer höhern Temperatur nicht verlieren, 4) jede metalliſche Halbſäure kann mehr oder weniger mit Sauerſtoff geſättiget ſeyn, d. h. die geringſt mögliche Menge des Sauerſtoffs, die ſich mit dem Metalle verbindet, hängt von der Temperatur ab, in welcher das Metall mit dem Sauerſtoffe

in Berührung gebracht wird. Je höher die Temperatur iſt, deſto mehr Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Metalle.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chymie. Halle 1795. 8. Th. III. §. 2156 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 262 f.

Kalkerde (terra calcarea, terre calcaire, chaux) iſt eine eigene, von den übrigen weſentlich verſchiedene Erde, welche nicht im chemiſch-reinen Zuſtande in der Natur angetroffen, ſondern erſt durch Kunſt hervorgebracht werden muß. Die Kalkerde, die man in der Natur antrifft, iſt jederzeit mit Kohlenſäure und Waſſer verbunden, und heißt daher **rohe Kalkerde.** Wird ſelbige durchs Feuer von der Kohlenſäure und von dem Waſſer befreyet, ſo iſt ſie alsdann erſt **reine Kalkerde.**

Die Kalkerde iſt für ſich allein im ſtrengſten Feuer unſchmelzbar, nach **Ehrmann** und **Geyer** ſelbſt bey der Anwendung der Lebensluft; auch mit der Kieſelerde vermengt iſt ſie nach Herrn **Achard** *) nicht in Fluß zu bringen. Mit den feuerbeſtändigen Alkalien hingegen, beſonders mit den mineraliſchen fließt ſie in der Hitze zu einer Art von Glas, doch ſchwerer als die Kieſelerde.

Wenn man auf die Kohlenſäure und auf das Kryſtalliſationswaſſer nicht achtet, ſo kann die Kalkerde in einem ſehr reinen Zuſtande, wie in dem ungefärbten körnichten Kalkſteine und den weißen Kalkſpathen, natürlich vorkommen. M. ſ. Kalk.

Kalkſteine (lapides calcarei, pierres calcaires) ſind diejenigen Arten von Steinen, deren vorzüglichſter Beſtandtheil die Kalkerde iſt. Die vorzüglichen unterſcheidenden Merkmahle ſind dieſe: ſie brauſen, wenn gewöhnliches Scheidewaſſer auf ſie getröpfelt wird, und geben mit dem Stahle kein Feuer, ſchneiden nicht ins Glas, und zerfallen gebrannt in lebendigen Kalk. Dahin gehöret der gemeine Kalkſtein, die

*) Verſuche über die Verglaſung der mit den andern Erden auf alle mögliche Art verbundenen und in verſchiedenen und bekannten Verhältniſſen vermiſchten Kieſelerde; in ſeinen Samml. phyſ. u. chem. Abhandl. B. I. S. 379.

die Kreide, die Bergmilch, der Kalkſpath, Tropfſtein u. ſ. f. Mit Vitriolſäure vermiſcht findet man die Kalkerde in dem Gypsſteine, mit Thon in den Mergelarten u. ſ. w.

Kalt (frigidum, froid). Ein Körper heißt **kalt**, wenn er weniger freye Wärme hat, als der Theil unſerer Körper, mit dem er in Berührung kommt. Er entziehet nämlich unſerem Körper alsdann Wärme, wodurch er die Empfindung hervorbringt, die wir mit Kälte bezeichnen. M. ſ. **Kälte**.

Kaltmachende Materie (materia frigorifera, matière frigorifique). Es nahmen ſonſt einige Phyſiker einen eigenen Stoff an, welcher die Wirkung der Kälte hervorbringen ſollte, und den ſie die **kaltmachende Materie** nannten. Sie ſuchten ihn vorzüglich in den Salzen und beſonders in dem Salpeter. Allein es iſt ſchon unter dem Artikel, **Kälte**, gezeiget worden, daß alle Phänomene, welche bey der Kälte wahrgenommen werden, weit natürlicher aus der Abweſenheit der Wärme, als vermittelſt einer hypothetiſch angenommenen Materie, von deren Daſeyn uns gar keine Erfahrung überzeuget, erkläret werden können.

Auch verſteht man unter der kaltmachenden Materie eine Miſchung von ſolchen Materien, welche viel Wärmeſtoff binden, und die berührenden Körper daher erkälten, wie z. B. die kälteerzeugenden Miſchungen, um künſtliche Kälte hervorzubringen.

Kampferſäure (acidum camphoricum, acide camphorique) iſt eine vegetabiliſche Säure, welche aus dem **Kampfer** gewonnen wird. Der Kampfer (camphora) iſt eine weiße, nicht fettig aber auch nicht ſcharf anzufühlende, feſte, durchſcheinende, glänzende Materie, welche zwar brüchig iſt, aber ſich für ſich allein nicht pulvern läßt, einen ſtarken und durchdringenden Geruch und Geſchmack beſitzet, in der Wärme und an der bloßen Luft gänzlich verflieget, in einer ſchwachen Hitze wie ein Oel fließet, ſich ſehr leicht anzünden läßt, und mit einer ſtarken und hellen Flamme mit Rauch und Ruß verbrennt, ohne etwas zu hinterlaſſen. Er

löſet

löſet ſich im Weingeiſt und Oelen, nicht aber im Waſſer auf. Den gewöhnlichen Kampfer erhalten wir aus dem in Japan wachſenden Kampferbaume (Laurus camphora Lin.), wo er vorzüglich aus den Wurzeln, und auch aus der Rinde, dem Holze, den Blättern und Zweigen desſelben durch eine Art von Sublimation gewonnen wird. Außerdem enthalten aber noch viele andere ſtark riechende Gewächſe Kampfer.

Mit der Zerlegung des Kampfers hat ſich unter andern beſonders Herr **Koſegarten** [a]) beſchäftiget. Er behandelte ihn mit einer großen Menge dephlogiſtiſirter Salpeterſäure. Zu dem Ende löſete er einen Theil Kampfer in 12 Theilen der letztern auf, und deſtillirte das Gemiſch aus einer Retorte bis zur Trockniß. Ein Theil des Kampfers hatte ſich im Halſe der Retorte ſublimiret. Dieſen nebſt dem Rückſtande löſete er abermahls in 4 Theilen friſcher Salpeterſäure auf, und deſtillirte das Gemiſch wie vorher; die Erſcheinungen waren die nämlichen, wie bey der erſten Deſtillation. Nach mehrmahls wiederhohlter Arbeit war das Inwendige der Retorte von einem weißen Pulver als mit einer Rinde bekleidet. Das darauf gegoſſene, damit digerirte, und davon abgeſeihete Waſſer gab beym Abdampfen weiße, ſilberfarbene Salzkryſtalle, welche Parallelepipeda vorſtellten, zum Theil auch aus rhomboidaliſchen und rechtwinkligen Blättern beſtanden. Eben dieſes Salz erhielt er auch bey dem gelinden Abdunſten der zur Dephlogiſtiſirung des Kampfers angewendeten Salpeterſäure. Herr **Koſegarten** hält dieſes Salz für eine Säure eigner Art, welche man auch unter dem Nahmen der Kampferſäure in das Syſtem aufgenommen hat. Herr **Girtanner** vermuthet, daß ſie eine Miſchung von Sauerkleeſäure und Aepfelſäure ſey. Herr **Dörffurt** [b]) hat ſie bey Wiederhohlung der koſegarteniſchen Verſuche mit der Benzoeſäure übereinſtimmend gefunden.

M. ſ. **Gren** ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chymie. B. II. 1794. 8. §. 1315 f.

Kapſel.

[a]) Diſſ. de camphora et partibus, quae eam conſtituunt. Goetting. 1785. 8.

[b]) Abhandlung über den Kampfer. Wittenb. und Zerbſt 1793. 8.

Kapſelbarometer ſ. **Barometer.**

Katakuſtik, Kataphonik (catacuſtice, cataphonice, catacouſtique, cataphonique) iſt die Lehre von der Zurückwerfung des Schalles oder derjenige Theil der Akuſtik, welcher vom Echo handelt. M. ſ. **Echo.**

Katarakte (cataracta, cataracte) heißt der griechiſchen Ableitung nach überhaupt etwas, das von oben herabfällt. In der Naturlehre wird dieſes Wort in dreyerley Verſtande genommen. Ein Mahl bedeutet es eben ſo viel, als einen **Waſſerfall**, wie es auch ſchon bey den Alten ſo genommen wurde. M. ſ. **Flüſſe, Waſſerfälle.**

Ferner verſteht **Newton** α) unter dem Worte Katarakte einen Raum von eigener Geſtalt, in welchem das aus dem Boden eines Gefäßes ausfließende Waſſer noch vor dem Ausfließen enthalten iſt. Der ausfließende Waſſerſtrahl iſt mit der Geſtalt des Raumes ähnlich. **Manfredini** β) hat erinnert, daß die Geſtalt dieſer Katarakte mit Guilielminis figura cadentis einerley ſey, welche auch durch eine der newtoniſchen ähnliche Gleichung beſtimmt wird. **Newton** bediente ſich dieſer Vorſtellung des beſtimmten Raumes zu einigen Beſtimmungen in der Hydrodynamik; allein **Johann Bernoulli** γ) und **D'Alembert** δ) haben gegen dieſe Idee verſchiedene nicht unerhebliche Einwendungen gemacht.

Endlich verſteht man auch unter dem Worte Katarakte eine Blindheit des Auges durch Verdunkelung der Cryſtalllinſe, welche ſonſt auch der graue Staar genannt wird. M. ſ. **Auge.**

Katoptrik (catoptrica ſ. catoptrice, catoptrique) heißt diejenige Wiſſenſchaft, welche von der Zurückwerfung des Lichtes Unterricht gibt, oder von dem Lichte, welches von Spiegelflächen reflektiret. M. ſ. **Zurückwerfung der Lichtſtrahlen.** Dieſe Wiſſenſchaft, welche ſonſt auch Ana-

α) Princ. lib. II. prop. 36.

β) In den Anmerk. über Guilielmini von der Natur der Flüſſe. Cap. 1. Anmerk. 3.

γ) Hydraulica. Part. II. art. 60.

δ) Traité des fluides. art. 176-182.

Anakamptrik genannt wird, macht einen Theil der optiſchen Wiſſenſchaften aus. In ſelbiger wird zuerſt gezeiget, nach welchem Geſetze die auf einer Spiegelfläche auffallenden Spiegelflächen reflektiren, die Spiegelfläche mag eben oder krumm ſeyn. Dieß leitet alsdann auf die Eigenſchaften der ebenen und krummen Spiegelflächen. Die Spiegelflächen, welche die von einem leuchtenden oder erleuchteten Objekte herkommenden Lichtſtrahlen auffangen, und alsdann wieder zurückwerfen, können zu mancherley Abſichten beſtimmt ſeyn, beſonders werden die Hohlſpiegel ſehr vortheilhaft mit dioptriſchen Gläſern nach den Geſetzen der Strahlenbrechung und Zurückwerfung des Lichtes zur Verfertigung optiſcher Werkzeuge verbunden, die hier den Nahmen **katadioptriſcher Werkzeuge** führen.

Bey den Alten war das Geſetz der Zurückwerfung des Lichtes von ebenen und krummen Spiegelflächen weit eher bekannt, als das Geſetz der Brechung des Lichtes. Sie bedienten ſich nicht allein der Metallſpiegel zum gemeinen Gebrauch, ſondern ſie kannten auch die Vergrößerung und zündende Eigenſchaft der **Hohlſpiegel**. M. ſ. **Brennſpiegel, Spiegel.**

Die Anfangsgründe der Optik und Katoptrik, welche man dem **Euklides** zuſchreibet, enthalten Unterſuchungen über die ſcheinbare Größe und Geſtalt der Gegenſtände nach dem Winkel, unter welchem ſie dem Auge erſcheinen; die Beſtimmungen der ſcheinbaren Stelle des Bildes, welches ein polirter Spiegel von einem Gegenſtande darſtellet. Allein dieſe Werke ſind ſo unvollkommen und nachläſſig geſchrieben, daß ſie von **Savile** und **David Gregory** als unecht, und des angegebenen Verfaſſers nicht würdig verworfen wurden. Sie ſind anzutreffen in der Ausgabe der ſämmtlichen euklideiſchen Werke von **Gregory** *). Die Katoptrik enthält einige ganz falſche, oder nur halb wahre und nicht hinlänglich beſtimmte Sätze. So ſaget er, z. B. die Strahlen, welche von

*) Oxon. 1706. fol.

von einem Punkte der Sonne in gleicher Entfernung von der Axe auf einen Hohlſpiegel fallen, werden in einem Punkte der Axe irgendwo zwiſchen dem Mittelpunkte und dem Spiegel hingeworfen; und gleich darauf wird der Mittelpunkt für den Brennpunkt angenommen, weil von jedem Punkte der Sonne ein Strahl dadurch gezogen in ſich ſelbſt durch dieſen Mittelpunkt zurückgeworfen werde. Es iſt ſehr auffallend, daß ein ſolcher Geometer, wie **Euklides**, nicht hätte wiſſen ſollen, daß es dadurch im Mittelpunkte des Spiegels höchſtens noch ein Mahl ſo warm hätte ſeyn können, als es ohne Spiegel daſelbſt iſt.

Eine Schrift über die Optik vom **Ptolemäus**, welche **Roger Baco** ſehr oft anführet, iſt verloren gegangen; indeſſen ſcheint **Alhazen** ſehr vieles aus ſelbiger in ſein Werk übergetragen zu haben, welches im 11ten Jahrhunderte abgefaſſet, und im 16ten Jahrhund. von **Friedrich Risnern** ans Licht geſtellet worden iſt. Unter verſchiedenen andern katoptriſchen Sätzen trifft man auch in dieſem Werke eine Auflöſung folgender Aufgabe an: auf einem Kugelſpiegel den Zurückwerfungspunkt zu finden, wenn die Stellen des Auges und des Objektes gegeben ſind. **Alhazen** hat dieſe Aufgabe durch die Hyperbel aufgelöſet, vermöge einer geometriſchen Analyſis, welche nach der Vermuthung des **Montucla** aus des **Ptolemäus** Schrift entlehnet iſt, weil man bey den Arabern keine ähnlichen Erfindungen in der höhern Geometrie weiter antreffe. Dieſe Aufgabe heißt inzwiſchen doch noch bis jetzt das **Problem des Alhazen**. Mit Auflöſung derſelben haben ſich noch die größten Geometer des 17ten Jahrhunderts beſchäftiget. Eine ſchöne Auflöſung derſelben hat Herr **Käſtner** *) durch die trigonometriſche Analyſis gegeben.

Die Gleichheit des Einfalls- und Zurückſtrahlungswinkels wurde vielleicht durch Beobachtung der Sonnenſtrahlen entdecket, wie ſie von der Oberfläche des Waſſers oder eines andern

*) Problematis Alhazeni analyſis trigonometrica; in nov. comment. Goetting. Tom. VII.

andern glatten Körpers zurückgeworfen werden, oder etwa aus der Lage der Bilder, welche dergleichen Oberflächen dem Auge darſtellen. Dieß Geſetz war aber ſchon hinlänglich, um den theoretiſchen Theil der Katoptrik mit Hülfe der Geometrie daraus zu entwickeln. **Porta** [α]) führte den Satz zuerſt an, daß der Brennraum des ſphäriſchen Hohlſpiegels um den vierten Theil des Durchmeſſers vom Spiegel entfernet ſey. Ziemlich vollſtändig wurden die katoptriſchen Sätze, als geometriſche Folgen aus dem Hauptgeſetze der Zurückwerfung des Lichtes, von **Kepler** [β]) und **Barrow** [γ]) vorgetragen. Ueber die ſcheinbare Stelle der Bilder in den krummen Spiegeln nahm **Barrow** einen eigenen Grundſatz an, wodurch verſchiedene Unterſuchungen und Streitigkeiten veranlaſſet wurden, wovon bereits unter dem Artikel, **Bild**, einiger Erwähnung geſchehen iſt.

Nachher hat man vorzüglich in der Katoptrik den praktiſchen Theil bearbeitet, und mancherley Anwendungen zu beſondern Abſichten in Verfertigung der Spiegel gemacht. Mehrere Nachrichten hiervon findet man unter den Artikeln, **Brennſpiegel**, **Spiegelteleſkop**, **Mikroſkop** u. ſ. w. In den neuern Zeiten hat man es beſonders in Verfertigung der Spiegel zu Teleſkopen zu einer großen Stufe der Vollkommenheit gebracht.

Eine vollſtändige Anwendung der Analyſis auf die Katoptrik hat Herr **Käſtner** [δ]) geliefert, ſo wie man auch das meiſte davon beym **Karſten** [ε]) findet.

Von der Geſchichte der optiſchen Wiſſenſchaften überhaupt, folglich auch von den katoptriſchen Erfindungen und Werkzeugen handelt beſonders **Prieſtley** [ζ]). Verſchiedene

α) De refractione. Neap. 1593. 4.
β) Paralipomena ad Vitellionem. Frf. 1604. 4.
γ) Lectiones opticae. Lond. 1674. 4.
δ) Vollſtändiger Lehrbegriff der Optik, nach dem Engl. des Smith mit Aenderung. und Zuſätzen von Käſtner. Altenb. 1755. 4.
ε) Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Th. III. Photometrie.
ζ) Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Optik; überſ. mit Anmerk. und Zuſätzen von Klügel. Leipzig 1776. 4.

Schriften dieſer Wiſſenſchaft findet man beym **Wolf** [α]) und noch vollſtändiger beym **Scheibel** [β]).

Kauſticität, Aetzbarkeit (cauſticitas, cauſticité) iſt die freſſende Eigenſchaft verſchiedener Materien, wodurch Körper, die mit ihnen in Berührung kommen, angegriffen, und zuletzt aufgelöſet werden. So freſſen z. B. mineraliſche Säuren in Metalle, und löſen ſie zuletzt ganz auf, die Flußſpathſäure ins Glas u. ſ. f.

Die ältern Chemiker nahmen eine eigene ätzende Materie an, welche die einfreſſenden und auflöſenden Wirkungen verſchiedener Subſtanzen auf andere Körper hervorbrächte. Vorzüglich fanden ſie zwiſchen den Wirkungen des Feuers und der Aetzmittel eine auffallende Aehnlichkeit, und hielten daher dafür, daß das Feuer die einzige ätzende Materie ſey. So glaubten ſie, daß die Aetzbarkeit des lebendigen Kalks, der Laugenſalze und der Säuren von den Feuertheilen herrühre, welche ſich in den Zwiſchenräumen dieſer Subſtanzen befänden. **Lemery** leitete daher eine große Menge chemiſcher Erklärungen ohne große Schwierigkeit. Dieſe Meinung änderte **Meyer** [γ]) dahin ab, daß er ſtatt des reinen Feuers eine Miſchung desſelben mit einer Säure für die ätzende Materie, unter dem Nahmen des **Kauſticums** oder der **fetten Säure**, annahm. **Baumé** [δ]) verwarf zwar Meyers Kauſticum, und ſetzte dafür das faſt reine Feuer, welches ſich mit den Körpern in gar verſchiedenen Zuſtänden verbinden könne, erkläret aber hieraus die Aetzbarkeit des Kalkes, der Laugenſalze, Säuren u. ſ. f. eben ſo wie **Meyer**, und füget noch hinzu, daß von dem Feuer ganz allein der Geſchmack der Salze abhänge, als welcher bloß in den Modificationen der Aetzbarkeit beſtehe.

Im

α) Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften, im 4ten Buche der Anfangsgr. mathemat. Wiſſenſchaften. Cap. 10.

β) Einleitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß; 9tes Stück. Breslau 1777. 8.

γ) Chym. Verſuche zur nähern Kenntniß des ungelöſcht. Kalkes. Hannover 1764. 8.

δ) Chymie expérim. et raiſonnée. à Paris 1773. III Tomes. 8.

Im Jahre 1756 wurden die Verſuche des Hrn. Dr. **Black** in Edinburgh über die in der Kalkerde und den Laugenſalzen enthaltene und von ihm genannte fixe Luft bekannt. Dadurch wurde erwieſen, daß dieſe Stoffe im natürlichen Zuſtande mit Luftſäure geſättiget ſind, und daß ſie nur alsdann die Aetzbarkeit erlangen, wenn ſie durchs Feuer von der Luftſäure ſind befreyet worden; daß die Laugenſalze durch Sättigung mit der Luftſäure ihre Aetzbarkeit verlieren und mild werden; daß der lebendige Kalk die Luftſäure den Laugenſalzen entziehet, wodurch er ſelbſt milde wird und die Laugenſalze die Aetzbarkeit wieder erlangen; daß endlich auch die Laugenſalze im Zuſtande ihrer Sättigung mit Luftſäure der Kryſtalliſirung fähig ſind, durch Entziehung der Luftſäure aber die größte Zerfließbarkeit nebſt der Aetzbarkeit erlangen.

Dieſe Theorie des Dr. Black wurde von den damahligen Chemikern, welche entweder das Feuer oder das ſo genannte Kauſticum als die ätzende Materie annahmen, lebhaft beſtritten, obgleich Dr. **Prieſtley** die Natur der Gasarten immer mehr aufzuhellen ſich beſtrebte. Nachdem man aber auch in Frankreich und Deutſchland anfing, die Lehre von den Gasarten mit dem größten Fleiße zu verfolgen, ſo wurden jene Einwendungen der ältern Chemiker aufs kräftigſte widerleget. Sie ſtützten vorzüglich ihre Meinung, daß das Feuer oder Kauſticum die Aetzbarkeit verurſache, darauf, daß die Säuren mit den rohen Kalken und den milden Laugenſalzen keine Wärme hervorbrächten, da ſie im Gegentheil mit dem lebendigen Kalke und den ätzenden Laugenſalzen eine brennende Hitze erzeugten. **Macquer** ſucht den Mangel der Wärme bey den milden Salzen und dem rohen Kalke aus dem Aufbrauſen herzuleiten, welches er als eine Kälte erzeugende Ausdünſtung betrachtet, und welches bey den ätzenden der Luftſäure ſchon beraubten Materien wegfällt. Allein weit natürlicher wird dieß nach den Vorſtellungen der neuern Chemiker von dem Binden und Entlaſſen der Wärme davon hergeleitet, daß der lebendige Kalk und die ätzenden

Laugenſalze mehr Wärme zu binden fähig ſind, als die milden Subſtanzen.

Mit Recht haben die neuern Chemiker bey der Aetzbarkeit neben der Theorie des Dr. **Black** zugleich mit auf die Wirkung der Wärme geſehen. **Macquer** betrachtet hierbey die freye Wärme als eine Bedingungsurſache, weil ſie die einzige Urſache der Flüſſigkeit iſt, ohne welche keine Auflöſung, mithin auch kein Aetzen Statt finden kann.

Die Aetzbarkeit der Körper wird deſto geringer, je mehr ſie geſättiget wird, oder je ſtärker ihre Theile mit andern eine Verbindung eingehen. Wird ein ätzendes Laugenſalz mit Luftſäure geſättiget, ſo verlieret es ſeine ganze ätzende Kraft nicht, indem es immer noch die Kennzeichen der Alkalien behält; wird es mit Oelen oder Fetten verbunden, ſo gibt es mit dieſen Seifen, in welchen die auflöſende Kraft ſchon viel ſchwächer iſt; verbindet man es mit Säuren, womit es innig vereiniget wird, ſo entſtehen Neutralſalze, welche wenig auflöſende Kraft und nur einen mäßigen Salzgeſchmack beſitzen; wird es endlich mit Erden verbunden, ſo verlieret es bey der Schmelzhitze ſeine auflöſende Kraft vollkommen, ſo daß das daraus entſtehende Glas auch nicht die geringſte Spur von Aetzbarkeit und Geſchmack mehr behält. Das Laugenſalz läßt ſich auch aus allen dieſen Produkten deſto ſchwerer ſcheiden, je mehr es ſeine Aetzbarkeit verloren hat. Ueberhaupt iſt der Verluſt der Aetzbarkeit der ätzenden Mittel deſto größer, je ſtärker ſie ihre auflöſende Kraft angewendet, und ſich mit andern Körpern aufs Innigſte verbunden haben.

Alle dieſe Erſcheinungen veranlaßten **Macquer**, die Aetzbarkeit für nichts weiter zu halten, als für die allgemeine Kraft, mit welcher alle Theile der Materie ſich genau zu verbinden ſtreben. Sind die Grundſtoffe eines Körpers ſchon in dieſer genauen Vereinigung, ſo iſt dieſe Kraft erſchöpft, und ein ſolcher Körper zeiget weder Aetzbarkeit, noch Geſchmack, noch Auflöſungskraft. Iſt dieß aber noch nicht erfolget, ſo beſitzen auch dieſelben noch einen gewiſſen Grad von Aetzbarkeit, Auflöslichkeit und Geſchmack.

Ueber-

Ueberhaupt iſt die Aetzbarkeit von der Auflöslichkeit in gar keinem Stücke verſchieden, indem beide unter einerley Umſtänden auch einerley Wirkung hervorbringen. So wie bey jeder Auflöſung eine Wärme vorangehen muß, ſo muß dieß auch beym Akt des Aetzens erfolgen. Nach dem dynamiſchen Syſteme bewirket nämlich die Wärmematerie eine Zurückſtoßung der Theile des Aetzmittels und des Körpers auf welchen jenes wirkt. Dadurch erhalten die Grundkräfte ein freyes Spiel innerhalb ihrer Sphäre, und bringen einen Körper von eigener Natur zu Wege.

M. ſ. **Macquer** chymiſches Wörterbuch; Artikel, **Aetzbarkeit.**

Keil (cuneus, coin) iſt eines von den einfachen mechaniſchen Werkzeugen, die ſchon in Rückſicht der Gleichgewichte der auf ſie wirkenden Kräfte in der Statik betrachtet werden. Er beſteht aus einem geraden dreyſeitigen Prisma (fig. 5.) abc, deren zwey Seitenflächen einen ſehr ſpitzen Winkel c einſchließen, um mittelſt gewiſſer Schläge oder Preſſungen auf der dritten Seitenfläche ab die Theile eines andern Körpers von einander zu entfernen, oder gänzlich zu trennen. Die Seitenfläche ab, welche den Schlag oder Druck empfängt, heißt der **Rücken, Kopf** oder **Baſis** des Keils. Der Keil heißt beſonders gleichſchenklig, wenn die Grundflächen abc gleichſchenklige Dreyecke ſind.

Es ſey mnohg ein zum Theil zerſpaltener Körper, in deſſen Oeffnung der Spalte der gleichſchenklige Keil acb alſo ſteckt, daß der Rücken ab horizontal, folglich die Länge dc vertikal iſt, ſo kann man ſich auf dem Rücken desſelben eine Kraft p vorſtellen, welche den Keil tiefer zu treiben ſtrebet. Die Theile des zerſpaltenen Körpers preſſen in den Punkten g und h gegen die Seitenlinien ac und bc des Keils. Läßt ſich nun die Vorausſetzung annehmen, daß die Richtungen der Widerſtände bey g und h auf den Seiten des Keils ſenkrecht ſind, ſo ſchneiden ſich ſelbige in dem Punkte f der geraden Linie dc. Die Kraft p, welche in der lothrechten Richtung dc wirket, zerleget ſich in zwey Seitenkräfte nach

den Richtungen fg und fh, die auf den Seiten des Keils ſenkrecht ſind, und beide gleich groß angenommen werden können. Findet nun die Vorausſetzung Statt, daß der Widerſtand bey g dem bey h gleich ſey, ſo muß im Fall des Gleichgewichtes eine jede von den Seitenkräften fg und fh dem entgegen preſſenden Widerſtande bey g oder h gleich ſeyn.

Man ziehe gk mit fh und kh mit gf parallel, ſo iſt gfhk eine Raute, und fk = 2.fi. Nun verhält ſich die Kraf p zum Widerſtande nach der Richtung fg wie ab:ac, oder wie der Rücken des Keils zur Seitenlinie. Setzt man den Widerſtand nach der Richtung fz = q, ſo iſt p : q = ab : ac, mithin $p = \frac{ab}{ac} \cdot q$. Je kleiner alſo ab in Vergleichung mit ac wird, deſto kleiner wird auch p; mithin muß der Keil deſto größere Wirkung thun; je kleiner der Rücken des Keils in Vergleichung mit der Seitenlinie iſt.

Wird die Richtung des Widerſtandes mit dem Rücken des Keils parallel angenommen, oder ſie falle in die Linie gh, und die mittlere Richtung der beiden Seitenkräfte, welche nach den Richtungen gz und ge wirken, ſey die ſenkrechte gy, ſo muß im Falle des Gleichgewichtes der Widerſtand nach der Richtung gz zum Widerſtande nach der Richtung gi ſich verhalten wie ſin. igy : ſin. ygz = q : r, wenn q den erſten und r den andern Widerſtand andeutet. Nun iſt aber igy = 90°, und ygz = ifa = α, mithin q : r = ſin. tot. : ſin. α = ac : cd, folglich $q = \frac{ac}{cd} \cdot r$; mithin ferner $\frac{ac}{cd} \cdot$ $r = \frac{ac}{ab} \cdot p$, und hieraus ergibt ſich $p = \frac{ab}{cd} \cdot r$, oder es iſt p : r = ab : cd, oder es verhält ſich die Kraft p zum Widerſtande r wie der Rücken des Keils zu ſeiner Länge.

In manchen Fällen finden die angenommenen Vorausſetzungen in Anſehung des Widerſtandes Statt; in den meiſten aber ſind wir nicht im Stande, genau zu beſtimmen wie die Widerſtände auf die Seiten des Keils wirken, wie z. B. wenn man mittelſt eines Keils einen Körper an eine

ander

andern andrucken, oder in die Höhe treiben will u.ſ.f. zumahl da in dieſen Fällen auf den Rücken des Keils Schläge gethan werden müſſen, welche nach den bloßen Geſetzen der Statik nicht beurtheilet werden können.

Ueberhaupt ſind die mechaniſchen Schriftſteller über die Theorie des Keils ſehr verſchiedener Meinung geweſen. Den alten Griechen war ſie entweder gar nicht, oder doch ſehr unvollkommen bekannt. **Ariſtoteles** betrachtete den Keil in ſeinen mechaniſchen Fragen als zwey entgegengeſetzte Hebel. Uebrigens laſſen ſich die Schriftſteller, welche die Lehre vom Keil berühret haben, in zwey Claſſen bringen. Einige haben ein Verhältniß der Kraft zum Widerſtande herausgebracht, das bey der Vorausſetzung, welche ſie in Abſicht der Richtung des Widerſtandes annehmen, richtig iſt, andere geben ein erweiſlich falſches Verhältniß an. Weil erſtere aber in Anſehung der Vorausſetzung nicht mit einander übereinſtimmen, was die Richtung des Widerſtandes gegen den Keil eigentlich für eine Lage habe, ſo rührt daher die Verſchiedenheit der von ihnen angegebenen Verhältniſſe zwiſchen Kraft und Widerſtand. **Merſenne** und **Parent** geben das Verhältniß der Kraft zum Widerſtande für den Fall des Gleichgewichtes wie ad : dc, **Descartes**, **Wallis**, **Dechales** und **Keill** wie ab : dc, **Borellus** wie ad : ac, **Caſati** und **de la Hire** wie gf : fc, **Varignon** wie gf : fl an. **Wolf** folgt in ſeinen lateiniſchen Elementen dem **Descartes**, und in den deutſchen Anfangsgründen dem **Merſenne**.

Der vormahlige Profeſſor der Mathematik zu Wittenberg, Herr **Georg Friedrich Bärmann**, hat die Lehre vom Keil im Allgemeinen abgehandelt, und erwieſen, daß ſich für das Gleichgewicht beym Keile die Kraft zum Widerſtande verhalte, wie ſin. acd $\times$ ſin. fgl : coſ. cgl.

Die Werkzeuge mit Schneiden und Spitzen wirken als Keile, wie z. B. Nägel, Meſſer, Beile, Scheren, Degen u. d. g. Sie beſitzen wenigſtens zwey Flächen, welche unter einem ſpitzen Winkel gegen einander geneigt ſind. Bisweilen

ſind dieſer Flächen mehrere, wie bey den vierſeitig pyramidaliſch zugeſpitzten Nägeln, oder gar unendlich viele, wie bey kegelförmig zugeſpitzten Körpern; allein dieß ändert in der Theorie weiter nichts ab, wenn nur alle Seiten mit der Axe einerley Winkel machen.

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Statik, Abſchnitt. 8. **Käſtner** Anfangsgründe der Statik. §. 105. Anmerk.

Kepleriſche Regeln, kepleriſche Geſetze des Planetenlaufs (regulae Kepleri, loix de Kepler) heißen in der Aſtronomie drey von dem berühmten würtembergiſchen Aſtronomen, **Kepler**, entdeckte Geſetze des Planetenlaufs, auf welche nachher **Newton** ſeine Theorie von der allgemeinen Attraction gründete.

Das erſte von dieſen Geſetzen iſt: **daß die Planeten nicht in kreisrunden** ſondern in elliptiſchen Bahnen um die Sonne laufen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ſich befindet. **Kepler** entdeckte dieß Geſetz aus der ſorgfältigen Vergleichung einer angenommenen kreisrunden Bahn mit den Beobachtungen, welche **Tycho** vorzüglich über den Lauf des Mars angeſtellet hatte, welcher hierzu beſonders geſchickt war. Bey der Vorausſetzung einer kreisrunden Bahn fand er die Oerter und die jedesmahlige Weite des Mars von der Sonne in verſchiedenen Gegenden anders, als nach **Tychos** Beobachtungen. Die berechneten Stellen eilten den beobachteten im erſten Quadranten, von der Sonnenferne an gerechnet, vor, und blieben dagegen im dritten Quadranten hinter demſelben zurück, und die berechneten Entfernungen von der Sonne waren um die Seiten herum kleiner, als die aus den Beobachtungen gefolgerten. Hieraus ſchloß **Kepler**, daß die Bahn kein Kreis ſeyn könne. Zuerſt hielt er ſie nach ſeinen eigenen Ideen über die Urſachen der himmliſchen Bewegungen für ein Oval von beſonderer Art, berechnete ſich Tabellen und Gleichungen darüber, und bat ſeine Freunde, weil er ſelbſt nicht Beobachter war, ſie mit dem Himmel zu vergleichen. Allein der Erfolg davon zeigte, daß ſein Oval

an den Seiten zu ſehr abgeplattet war, und ſetzte dafür die gewöhnliche apolloniſche Ellipſe, da alsdann Berechnungen und Beobachtungen zuſammen trafen. **Kepler** nahm eben dieſes hierauf bey allen übrigen Planeten an, und verſuchte es aus phyſiſchen Gründen abzuleiten. Endlich machte er dieſe Entdeckung im Jahre 1609 bekannt *), welche nachher alle Beobachtungen völlig beſtätiget haben.

Das zweyte mit dem erſten zugleich entdeckte Geſetz iſt, daß **die Zeiten, welche ein Planet anwendet, einen Theil ſeiner elliptiſchen Bahn zu durchlaufen, ſich gegen einander verhalten, wie die Sektoren oder Räume der elliptiſchen Fläche zwiſchen dem zurückgelegten Bogen und dem Brennpunkte oder der Sonne**; oder der Radius Vektor ſchneidet in gleichen Zeiten gleiche Flächen von ſeiner elliptiſchen Bahn ab. Nach dem alten Syſteme hatte man die Bewegung in eccentriſchen Kreiſen gleichförmig, mithin die Sektoren des Kreiſes den Zeiten proportional genommen. Allein **Kepler** fand, daß die Bewegung in der wahren Bahn wirklich ungleichförmig ſey, mithin auch aus dem Mittelpunkte ungleichförmig erſcheinen müſſe. Er kam auf den Gedanken, die Sektoren zwiſchen dem zurückgelegten Bogen und der Sonne der Zeit proportional anzunehmen, und den Punkt, aus dem die Bewegung gleichförmig erſcheinet, von der Sonne um die doppelte Eccentricität entfernt zu ſetzen. Dieſer Punkt ward der andere Brennpunkt, als er die apolloniſche Ellipſe für die Geſtalt der Bahn erkannte. Aus demſelben fand er zwar die Bewegung nicht völlig, aber doch beynahe gleichförmig; hingegen das Verhältniß der Zeiten mit den Sektoren, die aus der Sonne oder aus dem erſten Brennpunkte gezogen wurden, in allen Beobachtungen beſtätiget.

Nach dieſen Regeln berechnete er nun ſeine Tafeln. Die ganze Fläche der elliptiſchen Bahn theilte er in Gedanken vom Brennpunkte aus in 360 gleiche Sektoren, welche die mitt-

*) Aſtronomia noua αἰτιολογητὸς ſ. phyſica coeleſtis tradita commentariis de motibus ſtellae Martis. Pragae 1609. fol.

mittleren Anomalien von Grad zu Grad vorſtellten, und beſtimmte Winkel, welcher jedem Sektor an der Sonne zugehöret, und dieß gab die wahren Anomalien. M. ſ. Anomalie.

Das dritte Geſetz iſt, **daß ſich** bey Körpern, welche um einerley Hauptkörper ſich bewegen, **die Quadrate der periodiſchen Umlaufszeiten zweyer Planeten, gegen einander verhalten, wie die Würfel ihrer mittleren Entfernungen von dem Hauptkörper.** Er entdeckte dieſes Geſetz etwas ſpäter und zwar durch eine Veranlaſſung, die er ganz ſeinem Hange zum Wunderbaren zu verdanken hatte. Er war nach dem damahligen Geſchmack ein großer Liebhaber der Aſtrologie, und glaubte eine gewiſſe auffallende Uebereinſtimmung zwiſchen den Tönen der Muſik, den regulären Körpern der Geometrie, und den Entfernungen und Größen der Planeten zu finden. Dabey kam er zugleich auf den Gedanken, die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne mit ihren Entfernungen von derſelben zu vergleichen. So iſt z. B. Jupiter mehr als fünf Mahl weiter von der Sonne als die Erde, deſſen Bahn folglich wenigſtens einen fünf Mahl größern Umfang als die Erdbahn hat, und braucht gleichwohl eine beynahe zwölf Mahl größere Zeit um ſolche zu vollenden. Mithin verhalten ſich die Umlaufszeiten nicht wie die Entfernungen. **Kepler** ſtellte lange hierüber verſchiedene Vergleichungen an; er verglich verſchiedene Potenzen, ja ſogar die Quadrate der Umlaufszeiten und Würfel der Entfernungen einiger Planeten; allein ein Rechnungsfehler war dießmahl ſeinem Wunſche entgegen. Endlich am 15. May 1618 entdeckte er glücklich, daß ſich ein beſtändiges Verhältniß zwiſchen den Quadratzahlen der Umlaufszeiten, und den Cubikzahlen der Entfernungen zweyer Planeten von der Sonne finde. Dieſe ſeine Entdeckung machte er ſogleich bekannt *). Es findet dieß Geſetz auch bey den Nebenplaneten in Anſehung ihres Hauptplaneten Statt.

Aus

*) Epitome aſtronomiae Copernicanae. Lincii 1618. 8.; harmonicae mundi libri V. Linc. 1619. fol.

Aus dieſen Geſetzen machte ſchon **Kepler** den Schluß, daß die Sonne eine anziehende Kraft haben müſſe, welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte, und daß daher ihre geſchwindere oder langſamere Bewegung mit ihrer Annäherung oder Entfernung von der Sonne aus dem ſtärkern oder ſchwächern Zuge derſelben herzuleiten ſey. Der allgemeine Beweis aber war **Newton** funfzig Jahre darnach vorbehalten. Dieſe drey kepleriſche Geſetze gaben vorzüglich **Newton** die Veranlaſſung, auf ein noch allgemeineres Geſetz der allgemeinen Gravitation der Himmelskörper gegen einander geführet zu werden. Nachher bewies **Newton,** daß die kepleriſchen Geſetze, welche Kepler aus Beobachtungen entdecket hatte, nothwendige Folgen aus den Geſetzen der Centralbewegung und der Gravitation wären, wodurch ſie den Rang ganz allgemeiner Naturgeſetze erlangten. M. ſ. **Centralbewegung, Gravitation.**

M. ſ. *Montucla* hiſtoire des mathematiques. Tom. II. P. IV. L. 4. §. 1. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Th. II. Abſchn. 9. **De la Lande** aſtronomiſches Handbuch. Leipz. 1775. 8.

Kieſel (ſilices, cailloux) heißen diejenigen Steine, deren vorzüglicher Beſtandtheil die Kieſelerde iſt. Ihre äußern Hauptkennzeichen ſind dieſe: ſie geben mit dem Stahl Feuer, ſchneiden ins Glas, widerſtehen dem Feuer ziemlich ſtark, und brauſen nicht, wenn gewöhnliches Scheidewaſſer auf ſie getröpfelt wird. Zu den Kieſelarten rechnet man den gemeinen Kieſel, den Hornſtein, Feuerſtein, Bergkryſtall, gemeinen Quarz, Topas, Chalcedon, Jaspis, Achat und ſo ferner.

Kieſelerde, glasachtige, verglasliche Erde, Glaserde (terra ſilicea, ſilex, terre de caillou, terre ſilice) iſt eine eigene von den übrigen Erdarten weſentlich verſchiedene Erde, welche von keiner andern Säure, als von der Flußſpathſäure aufgelöſet wird.

Die reine Kieſelerde iſt im Waſſer unauflöslich, und nur höchſt fein zertheilt kann ſie wegen ihrer Durchſichtigkeit unſichtbarer

barer Weiſe darin ſchweben; bey einem Grade von Hitze, welcher den Siedpunkt um ſehr vieles übertrifft, ſcheint ſie ſich in etwas darin aufzulöſen, wie die Erſcheinungen des Geyſers auf Jsland vermuthen laſſen. Auf der Zunge erreget ſie gar keinen Geſchmack. Für ſich allein iſt ſie nicht zum Schmelzen zu bringen, und auch ſelbſt nicht in der Brennſpiegelhitze. Die reinen fixen Laugenſalze äußern eine vorzüglich ſtarke Verwandtſchaft zu derſelben, und bringen ſie in der Hitze zum Schmelzen; ungeachtet ſie ſonſt für ſich allein unſchmelzbar iſt. Beym Zuſammenſchmelzen der Kieſelerde mit den Alkalien wird die in letztern befindliche Kohlenſäure unter einer Art von Aufbrauſen entbunden.

Wenn man reine kieſelartige Steine oder Quarzſand mit vier Theilen Pottaſche zuſammenſchmelzt, ſo erhält man daraus eine Maſſe, die zwar glasartig ausſieht, aber einen ſcharfen, ätzenden, alkaliſchen Geſchmack auf der Zunge erreget, ſich im Waſſer auflöſet, und auch ſchon an der Luft zerfließet. Die ſo zerfloſſene Maſſe heißt **Kieſelfeuchtigkeit** (liquor ſilicum). Hierbey läßt das Alkali die Kohlenſäure fahren, welche die Vereinigung des letztern mit der Kieſelerde hindert. Aus der Kieſelfeuchtigkeit ſchlägt eine jede Säure die Kieſelerde nieder, weil das Alkali auf naſſem Wege mit der Säure eine größere Verwandtſchaft hat, als mit der Kieſelerde. Die Kieſelerde ſcheidet ſich in einem höchſt feinen und lockern Zuſtande ab. Die Kieſelfeuchtigkeit dienet auch, um die Kieſelerde rein darzuſtellen, wie wir ſie in der Natur nicht antreffen. Man ſetzt nämlich zu der aus reinen Kieſelarten bereiteten, im deſtillirten Waſſer aufgelöſeten Kieſelſeuchtigkeit eine ſtarke Säure, und zwar im Uebermaß, am beſten Salzſäure, digerirt den Niederſchlag in der Wärme, damit ſich die überflüſſige mit niedergeſchlagene fremde Erde auflöſe, ſeihet alles nach gehöriger Verdünnung mit deſtillirtem Waſſer durch, ſüßt ſie damit aus, und trocknet ſie. Nach **Bergmann** iſt das ſpecifiſche Gewicht dieſer getrockneten reinen Kieſelerde 1,975.

Einige

Einige Chemiker haben die reine Kieſelerde wegen ihrer Härte, Unſchmelzbarkeit, Schwere, Feuerbeſtändigkeit u. ſ. f. als die einfachſte und elementariſche Erde betrachtet, aus welcher die thätige Natur erſt in der Folge durch Organiſation in thieriſchen und vegetabiliſchen Körpern und auch andere Bearbeitungen die übrigen Erden hervorgebracht habe. Allein es iſt bereits unter dem Artikel, **Elemente**, angeführet worden, daß man für die Annahme der Elemente gar keine Beweiſe anführen kann, und daß man der Natur ſelbſt Gewalt anthue, alle mögliche unter ſich verſchiedene Subſtanzen aus einigen wenigen Grundſtoffen abzuleiten. Uebrigens hat man noch durch keinen einzigen Verſuch zeigen können, wie ſich Kieſelerde in Thon- oder Kalkerde verwandeln könne. Man hat zwar angeführet, daß der aus der Kieſelfeuchtigkeit bereitete Niederſchlag einen Antheil von Alaunerde gebe; allein **Bergmann** *) und **Leonhardi** **) haben gezeiget, daß dieß von der Thonerde herkam, welche das Vitriolöl aus den irdenen Gefäßen aufgelöſet hatte, und wegfiel, wenn man eiſerne Gefäße anwendete.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 339 f.

Klang, Klingen (clangor, ſon clair) iſt die Empfindung, welche die Schwingungen tönender Körper, wenn ſie regelmäßig, d. i. gleichzeitig erfolgen, in unſerem Gehörorgan bewirken. Dem Klange wird das Geräuſch oder das Getöſe, der dumpfe Schall entgegengeſetzet, wobey ſich gar kein Ton unterſcheiden läßt. Der Klang ſelbſt iſt entweder **rein**, wenn man nur einen oder mehrere conſonirende Töne höret, oder **unrein**, wenn mehrere diſſonirende Töne zugleich gehöret werden.

Es ſey eine geſpannte Saite (fig. 6.) ab des Monochords in irgend eine Anzahl gleicher Theile z. B. in 4, ae, ed, dc, cb abgetheilt. Man ſtelle den Steg in c. Man hänge

*) Phyſikal. Erdbeſchreibung. Th. II. S. 258.

**) Anmerkung. zu Macquers chymiſchem Wörterbuche; Art. Erde, verglasliche.

hänge ſchmale und leichte Papierſtreifchen neben einander auf die Saite von a bis c, und ſtreiche mit einem Violinbogen den Theil c b der Saite an. Der Ton wird nun gehört, welcher ſich zum Grundtone der Saite verhält wie a b: c b oder hier wie 4:1. Zu gleicher Zeit werden nun alle Papierſtreifchen längs dem Theile a c herabgeworfen, ausgenommen die in e und d hängenden. Dieſer Verſuch lehret offenbar, daß es in dem Theile a c der Saite jenſeit des Stegs ebenfalls Schwingungen gibt, während c b klingt; daß aber nicht bloß der Punkt c der Saite, wo der Steg ſteht, ſondern auch jenſeit desſelben a und e in Ruhe ſind; daß ganze Stellen der Saite zwiſchen dieſen Punkten ſchwingen, während c b ſchwingt; und daß die Stellen zwiſchen den ruhenden Punkten wechſelſeitig in entgegengeſetzten Punkten ſchwingen. Die ruhenden Punkte e, d und c der Saite heißen **Schwingungsknoten.** Der Punkt der Saite, welchen der bewegliche Steg berühret, iſt nämlich alle Mahl ein Schwingungsknoten.

Man nehme, wie fig. 7. durch Verrückung des Stegs unter der Saite bis d, d b = $\frac{2}{5}$ Länge a b, ſtreiche d b an, und laſſe es klingen, ſo wird die Höhe des Tones ſich zum Grundtone verhalten, wie 5:2, oder wie a b: d b, und es werden drey Schwingungsknoten, nämlich f, e, d, da ſeyn. Man verrücke ferner den Steg, und nehme den anzuſtreichenden Theil der Saite (fig. 8.) d b = $\frac{2}{3}$ von der ganzen Länge a b, ſo wird man nach dem vorigen Verfahren zwey Schwingungsknoten, nämlich g und d, haben, wobey die Tonhöhe des Klanges von d b zum Grundtone der Saite ſich verhält, wie 3:1. Man ſtelle den Steg (fig. 6.) in d oder in die Mitte der Saite, und ſtreiche d b oder a d an, ſo wird es, außer an der Stelle, wo der Steg iſt, keinen Schwingungsknoten weiter geben. Man mache endlich durch Verrückung des Stegs den klingenden Theil der Saite $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{6}$ ihrer Länge, ſo wird man auch außer der Stelle des Stegs keine Schwingungsknoten in der Saite weiter antreffen.

Um

Um die Anzahl der Schwingungsknoten bey einer durch einen Steg oder ſonſt durch Berührung abgetheilten Saite zu beſtimmen, ſetze man die ganze Länge der Saite in eine Anzahl gleich großer Theile getheilet, welche 1 heißt, wovon das urſprünglich klingende Stück der Saite die Anzahl λ enthält; man ſetze λ als den Zähler und 1 als den Nenner eines Bruchs an, man bringe dieſen Bruch $\frac{\lambda}{1}$ auf die kleinſte Benennung und ziehe dann λ von 1 ab, ſo gibt der Reſt die Anzahl von Schwingungsknoten. Hieraus folgt auch zugleich, daß bey verſchiedenen Tonhöhen doch einerley Anzahl von Schwingungsknoten da ſeyn können, indem die Glieder zwey Brüche von verſchiedenem Werthe einerley Differenz haben können, und daß alſo nicht jeder Ton ſeine beſtimmte Anzahl Schwingungsknoten habe.

Nicht bloß bey klingenden Saiten ſind in ihren anſcheinend ruhenden Theilen ſchwingende Stellen und ruhende Punkte; ſondern auch bey andern klingenden Körpern, wie bey klingenden Stäben, Ringen, Cylindern, Glocken, Scheiben, ſind während ihres Klingens ganze Stellen in entgegengeſetzten Schwingungen begriffen, während die Grenzen desſelben in Ruhe ſind. Ueber das Klingen der Stäbe und Streifen ſind zuerſt von **Daniel Bernoulli** in den Commentaren der petersburger Akademie Unterſuchungen angeſtellet worden, und Berechnungen darüber haben **Euler** [α]) und **Riccati** [β]) gemacht. Bey Stäben von einerley Materie verhalten ſich die Grundtöne und überhaupt die gleichartigen Töne, wie die Dicken der Stäbe, und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Längen. Ihre Töne werden nämlich in demſelben Verhältniſſe höher, in welchem ihre Dicke zunimmt. Sie verhalten ſich alſo ganz anders wie die geſpann-
ten

α) Inueſtigatio motuum, quibus laminae et virgae elaſticae contremiſcunt; in Comment. Acad. Petrop. 1779. P. I. p. 103 ſq.
β) Delle vibrazioni ſonore dei cilindri; in d. memoir. di matematica et fiſica, Verona 1782. Tom. I.

ten Saiten, deren Töne um deſto tiefer werden, je dicker ſie ſind, und wo die Tiefe bey einer gleichen Dicke wie die Länge, und nicht wie das Quadrat der Länge zunimmt. Dieſer Unterſchied rührt daher, daß die Länge und Dicke einer biegſamen Saite auf ihre Spannung keinen Einfluß hat; dagegen aber die natürliche Unbiegſamkeit elaſtiſcher ſteifer Stäbe die Stelle der Spannung vertritt. Denn je kürzer und dicker ſolche Stäbe ſind, um deſto unbiegſamer werden ſie, um deſto größer iſt die Kraft, in welcher ſie in ihre vorige Geſtalt wieder hergeſtellet werden, eben als wenn bey Saiten, die kürzer oder dicker werden, die Gewichte zunähmen, welche ſie ſpannen, und ſich gerade wie die Biquadrate der Dicken und umgekehrt wie die Quadrate der Längen der Saiten verhielten.

Vormahls war man der irrigen Meinung, daß beym Klange eine Erzitterung der kleinſten Theile vorgehe. Allein vielmehr beſteht das Weſen desſelben in Schwingungsbewegungen ganzer Stellen, welche durch ihre Contraktilität veranlaſſet werden. Herr **Chladni** *) hat dieſe Wahrheit zuerſt außer allen Zweifel geſetzet, und ein Mittel erfunden, dieſe Schwingungsbewegungen bey klingenden Flächen auch ſichtbar zu machen, und die ruhenden Stellen durch Klangfiguren darzuſtellen. Man nehme eine kreisrunde Scheibe (fig. 9.) von Fenſterglas, die ohne Knoten und Blaſen und gleichförmig dick iſt, und etwa 4 bis 8 Zoll im Durchmeſſer hat; man beſtreue ſie mit feinkörnigem Sande; man lege ſie in ihrem Mittelpunkte auf einen etwas zugeſpitzten Kork, drücke ſie von oben her mit dem Finger an den Kork an, unterſtütze ſie auch noch am Rande in g oder q, oder t oder r, und ſtreiche den Rand in n, oder p, oder f, oder m, überhaupt 45° von der berührten Stelle mit einem mit Colophonium beſtrichenen Violinbogen in ſenkrechter Richtung unter mäßigem Drucke. Die Scheibe wird einen Klang geben, zugleich aber wird der Sand auf der Scheibe von ihren ſchwingenden Stellen beweget werden, und ſich bey dem anhaltenden Streichen und

*) Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4.

und Klingen der Scheibe an den ruhenden Stellen anhäuſen, und ſo die Figur der Zeichnung erhalten. Man halte ferner die Scheibe in ihrem Mittelpunkte feſt, und ſtreiche ſie etwa 30 Grade von der gedämpften Stelle des Randes in (fig. 10.) p oder r, oder q u. ſ. f. an, ſo bildet der Sand die Klangfigur der Zeichnung. Man faſſe die Scheibe (fig. 11.) bey n in einiger Entfernung vom Rande zwiſchen den Daumen und Zeigefinger, und ſtreiche ſie in m, ſo bildet der Sand den Kreis n. Man faſſe die Scheibe wie vorher, ſtemme ſie (fig. 13.) bey g oder p an einen eckigen und nicht allzuharten Körper an, und ſtreiche in m, 45 Grade von der Stelle, wo man ſie hält, und es entſtehen außer dem Kreiſe noch zwey gerade ſich durchkreuzende Linien. Man halte die Scheibe nicht in der Mitte, ſondern (fig. 14.) bey p, und ſtreiche bey t oder n, oder bey r oder s, und es bildet der Sand die gerade Linie durch die Mitte der Scheibe und drey Bogen. Man ſtemme die Scheibe (fig. 15.) bey e an eine Kante, indem man die Finger in c und d an den Rand derſelben ſetzt, und ſtreiche in f, es bilden ſich dann die beyden geraden gegen einander geneigten Linien c und d. Man drucke eine elliptiſche Scheibe (fig. 16.) in der Mitte c an den Kork an, dämpfe die beiden Punkte des Randes p und q mit den Fingern und ſtreiche in r, wo ſich dann die Klangfiqur der Zeichnung bildet. Wenn man die Quadratſcheibe (fig. 17.) in ihrer Mitte auf den Kork druckt, und an einer ihrer Ecken ſtreicht, ſo bildet der Sand zwey ſich rechtwinlig durchkreuzende gerade Linien, die von der Mitte des Randes der Scheibe ausgehen; wenn man aber in der Mitte des Randes ſtreicht, ſo laufen die Linien (fig. 18.) von den Ecken der Scheibe aus. Man faſſe die Quadratſcheibe bey a zwiſchen den Daumen und Zeigefinger, und unterſtütze ſie auch noch in b, und ſtreiche an der Ecke der Scheibe in c, ſo entſteht die gezeichnete Klangfigur. Man halte die Quadratſcheibe (fig. 19.) in o oder q, und ſtreiche in p oder n, um die gezeichnete Klangfigur zu erhalten. Wird die Stelle, wo man die Scheibe hält etwas verändert, oder ſtreicht man

an einer der Ecken in c oder o (fig. 20.) ſo kann ſich der vorige Klang auch durch drey gekrümmte durch die Scheibe gehende Linien darſtellen.

Auf dieſe Weiſe kann man alſo dadurch, daß man die Scheibe an andern Stellen hält und unterſtützt, und an andern Stellen des Randes ſtreicht, ſie jedes Mahl nöthigen, ſich anders abzutheilen, und man kann ſolcher Geſtalt mit veränderten Tönen derſelben andere Klangfiguren zu Wege bringen, und eine ungemein große Mannigfaltigkeit derſelben erhalten. Nicht immer iſt aber jede Abänderung der Klangfigur mit einer bemerkbaren Abänderung des Tones verknüpft.

Um eine Klangfigur hervorzubringen, iſt es nöthig, die Linien der Fläche, welche als ruhend verlangt werden, durch Unterſtützung oder Dämpfung in Ruhe zu bringen, und die in Schwingung zu ſetzenden Stellen in Bewegung zu ſetzen. Inzwiſchen iſt es nicht nöthig, jeden Punkt der zur Ruhe bringenden Linie beſondes zu dämpfen, und jeden ſchwingenden Theil beſonders in Schwingung zu ſetzen, da ſich dann die Bewegung den übrigen zu bewegenden Theilen der Scheibe mittheilet. Die nöthige Dämpfung der Stellen läßt ſich bequem durch zugeſpitzte Korkſtöpſel, worauf man die Scheibe legt, anbringen. Mehreren Unterricht von der Anſtellung der Verſuche über Klangfiguren ſchwingender Flächen hat Herr **Voigt** *) gegeben.

Bey den meiſten Klangfiguren nehmen gewiſſe feſte Linien mehrentheils ſchlangenförmige Krümmungen an, deren Anzahl bey jeder Figur beſtimmt iſt. An ſolchen neben einander gehenden Linien iſt die Lage der Krümmungen faſt alle Mahl ſo beſchaffen, daß entweder zwey unmittelbar neben einander befindliche Linien, oder in wenigen Fällen zwey durch eine gerade Linie getrennte ſchlangenförmige Linien gegenſeitig ſich einander nähern, und von einander entfernen. In jedem Näherungspunkte können ſie ſich ſo verbinden, daß ſie ſich einander durchkreuzen; es nehmen alſo in dieſem Falle zwey

*) Beyträge zu den Verſuchen über die Klangfiguren ſchwingender Flächen; in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. III. S. 391 f.

zwey ſich nähernde Krümmungen (fig. 22 und 23.) die Geſtalt von fig. 21. an. Eben ſo können zwey einander durchſchneidende Linien (fig. 21.) ſich in der Mitte ſo trennen, daß zwey gegen einander ſtehende Bogen krummer Linien (fig. 22 und 23.) daraus werden. Manche Figuren werden dadurch ſo geändert, daß man ohne Uebung ihre eigenthümliche Geſtalt daraus nicht würde beurtheilen können. Der Ton iſt bey einer abgeänderten Figur derſelbige, als wenn dieſe Figur regelmäßig erſcheinet. Dieſe Abänderungen der Figuren kann man oft durch wenige Verrückungen der Unterſtützungspunkte der Scheibe oder der zu ſtreichenden Stelle des Randes erhalten.

Bey dem Klingen der Scheiben ſchwingen alle Mahl zwey Stellen, die durch eine ruhende Linie von einander abgeſondert ſind, wie z. B. (fig. 21.) a n b oder b o d oder (fig. 17.) e b g und n b g, nach entgegengeſetzten Richtungen, oder die Krümmung der einen Stelle befindet ſich über ihrer natürlichen Lage, während die andere Stelle unter dieſelbe gekrümmt iſt, und umgekehrt. Zwey Stellen, die in entgegengeſetzten Winkeln der ſich durchkreuzenden Linien ſtehen, z. B. a n b und c m d (fig. 21.) oder e b g und f e n (fig. 17.), oder b c m und n h g (fig. 18.) ſchwingen alle Mahl nach der nämlichen Richtung.

Bey den Arten des Klanges der Scheiben, wo ſich ſternförmige Figuren zeigen, machen nicht die Stellen am Rande die weiteſten Schwingungen, ſondern der Punkt, wo die Schwingungen am weiteſten ſind, oder der Mittelpunkt der Schwingung iſt in jedem ſchwingenden Theile in einiger Entfernung vom Rande, wie in fig. 9, 11 und 12. dieſe Stellen durch Punkte bezeichnet ſind. Wenn unter dem Sande, deſſen man ſich zum Beſtreuen bedienet, ganz feine Staubtheilchen befindlich ſind, und die Scheibe ganz genau horizontal gehalten wird, ſo werden dieſe Punkte ſichtbar, indem ſich der feinſte Staub hier anhäuft.

Auch beym Klingen der Glocken ſchwingen ganze Stellen, während Linien zwiſchen denſelben in Ruhe ſind. Man

 kann

kann dieß leicht an einem zum Theile mit Waſſer gefüllten dünnen Trinkglaſe, porzellänenen Spülnapfe, einer Taſſe u. d. gl. zeigen. Man halte das Glas etwas über dem Boden mit dem Daumen und einem andern Finger, und ſtreiche den Rand des Glaſes 45 Grad von der gehaltenen Stelle mit dem Violinbogen, ſo geräth das Waſſer im Glaſe in eine Bewegung von vier ſchwingenden Theilen des Glaſes, und dieſe Bewegung zeigt ſich ſehr auffallend, ſo, daß das Waſſer als feiner Staub umherſpritzt. Wenn man das Glas hingegen bey 60 Grad von der berührten Stelle ſtreicht, ſo werden ſich bey verändertem und höherem Tone ſechs ſchwingende Stellen der Wand zeigen, und das Waſſer bewegen.

Uebrigens iſt es wohl kaum zu erinnern nöthig, daß ein jeder klingender Körper elaſtiſch und hart ſeyn müſſe; das erſtere nämlich, um zu ſchwingen, und das zweyte, um ſchnell genug ſchwingen zu können. Außerdem muß er ganz ſchwingen, es ſey nun, daß er ſich in verſchiedene durch Knoten abgeſonderte Theile theilet, oder nicht. Ein klingender Körper kann ſich auf ſehr mannigfaltige und oft ſehr ſonderbare Arten theilen; indeſſen wird dieſe Theilung durch die Dicke des Körpers alle Mahl erſchweret, und oft unmöglich gemacht. So gibt eine dicke Maſſe von Metall oder Glas keinen Ton, wenn man ſie gleich ſchlägt; auch eine geſpaltene Glocke gibt keinen eigentlichen Ton, ſondern einen bloßen Schall. Denn wenn eine Glocke ſpringt, ſo hat der Riß alle Zeit eine gewiſſe Breite, und dieſes beweiſet, daß die gegoſſene Glocke, indem ſie erhärtete, durch die Erkältung eine gewiſſe Spannung erhielt, die zur Erzeugung des Tons nothwendig war. Springt ſie nachher, ſo ziehen ſich die geſpannten Theile in der Gegend des Riſſes zurück, und daher erhält dieſer eine gewiſſe Breite. In einer geſprungenen Glocke haben alſo die verſchiedenen Theile verſchiedene Spannungen, und eben dieſe Verſchiedenheit verurſachet, daß die ganze Glocke nicht regelmäßig ſchwingen und ſich theilen kann.

Außer dem Grundtone, welchen ein elaſtiſcher Stab oder Blechſtreifen angibt, läßt er unter gewiſſen Umſtänden auch

noch

noch verſchiedene andere Nebentöne hören. Wenn man z. B. eine ſtählerne Nadel, eine Linie dick und gegen 5 Zoll lang, feſt in die Wand ſteckt, und ſie ihrer ganzen Länge nach ſtark niederbeuget, ſo tönt ſie ſehr tief. Streicht man aber über ihr Ende nur ſchwach weg, ſo hört man einen ſehr hohen Nebenton, etwa die zweyte Octave der Quinte des Grundtones, ja oft kann man den Grundton und den hohen Nebenton beide zugleich ſehr deutlich unterſcheiden. Dieſes beweiſet, daß ein elaſtiſcher Körper ſich, indem er ſchwingt, gleichſam in mehrere Theile abſondert, deren jeder beſonders zittert, und ſeinen beſondern Ton hören läßt, während daß oft zugleich auch der ganze Körper viel langſamer zittert, und ſeinen Grundton hervorbringet. Allein dieſes Mitklingen mehrerer Töne mit dem Grundtone zugleich iſt keinesweges nothwendig, wie einige glauben, ſondern nur zufällig. Indeſſen haben aus dem zufälligen Mitklingen harmoniſcher Töne von **Rameau** [α]) und **Jamard** [β]) beynahe alle Grundſätze der Harmonie hergeleitet.

Ueber die verſchiedenen Schwingungsarten der Saiten hat zuerſt **Sauveur** [γ]), nachher **Brook Taylor** [δ]), **Daniel Bernoulli** [ε]), **Euler** [ζ]), **de la Grange** [η]), **Young** [θ]), über die Töne der Blasinſtrumente **Bernoulli** [ι]) und **Lambert** [κ]) theoretiſche Unterſuchungen angeſtellet.

Ja eine flüſſige Materie kann ſogar einen Klang geben, ohne zu ſchwingen, wenn ihre zuſammengedruckten Theilchen ſich nach und nach ungefähr in gleichen Zeiträumen wieder ſchnell ausbreiten, und die Luft fortſtoßen. So entſteht ſelbſt

 der

α) Traité de l'harmonie. à Paris 1722. 4.
β) Recherches ſur la théorie de la Muſique. à Paris et Rouen 1769. 8.
γ) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1701.
δ) Methodus incrementorum. Lond. 1715. 4.
ε) Mémoir. de l'Academ. de Berlin 1753. 1765.
ζ) Nov. comment. Petrop. Tom. IX. XV. XVII. XIX. Acta acad. Petr. 1779. 1780. 1781. Mém. de l'Acad. de Berlin 1748. 1753. 1765.
η) Miſcellan. Taurinenſ. Tom. I. II. III.
θ) Enquiry in to the principal phaenomena of ſounds and muſical ſtrings. Dublin 1784. 8.
ι) Théorie des tons de l'orgue. Mémoir. de Paris 1762.
κ) Sur les tons des flûtes. Mémoir. de Berlin 1775.

der Ton der Pfeiſen und der Blasinſtrumente. Die in einer Pfeiſe eingeſchloſſene Luftſäule wird gewöhnlich durch andere Luft, welche man ſo hineinbläſet, daß ſie ſehr ſchnell an der Oberfläche der Säule fortſtreichet, ihrer ganzen Länge nach zuſammengedruckt und verdichtet. Um die Luft auf dieſe Art hineinzublaſen, hat die Pfeiſe mehrentheils ein Mundſtück mit einer engen Ritze, durch welche die Luft ſehr ſchnell durchſchlägt. Die Luftſäule wird durch die Verdichtung elaſtiſcher als die äußere Luft. Sie ſtößt alſo dieſe zurück, es tritt ein Theil von ihr heraus, und die Säule dehnt ſich plötzlich aus, bis ſie wieder mit der äußern Luft gleich elaſtiſch iſt. Indeſſen dauert das Einblaſen immer fort, und die Säule wird alſo in dem folgenden Augenblicke wieder verdichtet. In dem folgenden dehnt ſie ſich wieder aus, und ſo erhält die äußere Luft von der ſich durch das Einblaſen immer wieder ergänzenden Luftſäule eine Reihe von Stößen, die immer in gleichen Zeiten auf einander folgen. Wir hören deßhalb einen Ton, eben als wenn eine Saite von der Länge und dem Gewichte jener Luftſäule ſchwingen möchte, die mit einer dem Drucke der Atmoſphäre gleichen Kraft geſpannt würde. Es iſt daher der Ton einer Pfeiſe um deſto tiefer, je dicker und je länger die Pfeiſe iſt. Ja die Aehnlichkeit zwiſchen den Pfeiſen und Saiten geht ſo weit, daß die erſtern, ſie mögen offen oder gedeckt ſeyn, ebenfalls außer dem Grundtone einen oder mehrere harmoniſche Töne hören laſſen. Eben das kann man überhaupt von allen Blasinſtrumenten ſagen. Uebrigens wird eine jede Pfeiſe durch die Löcher, welche man von der Seite in ſie bohrt, gleichſam verkürzt. Denn es iſt ganz gleichgültig, ob die eingeſchloſſene Luftſäule durch ein ſolches Loch, oder durch die untere Oeffnung der Röhre mit der äußern Luft Gemeinſchaft hat. Sie wird nicht weiter verdichtet, als von dem Ende an, durch welches man bläſet, bis zu dem Orte der Gemeinſchaft mit der äußern Luft. Daher werden die Töne um deſto höher, je näher die offenen Löcher dem Mundſtücke der Pfeiſe ſind.

M. ſ. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 455 ſ. u. §. 467 ſ. **Hube** vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre, Th. III. Leipzig, 1794. 8. S. 497 u. ſ.

Kleiſtiſcher Verſuch ſ. **Flaſche, geladene.**

Klima (clima, climat). Die alten Geographen theilten die Erdfläche in Kreiſe mit dem Aequator parallel ein ſo, daß von einem jeden ſolchen bis zum nächſtfolgenden die Zeitdauer des längſten Tages um ½ Stunde zunahm. Die Flächenräume zwiſchen dieſen Kreiſen wurden von ihnen **Klimata** genannt. So erſtreckt ſich alſo das erſte Klima vom Aequator, wo die Tageslänge jederzeit 12 Stunden iſt, bis an den Parallelkreis, wo der längſte Tag 12½ Stunde dauert, das zweyte von dieſem Parallelkreis bis zum folgenden, wo der längſte Tag 13 Stunden hat u. ſ. f. Die Urſache dieſer Eintheilung der Erdfläche in Streiſen war dieſe, weil die Alten glaubten, daß Oerter und Länder, die in eben demſelben Klima liegen, gleich warm oder gleich kalt wären.

Nach dieſer Eintheilung kommen alſo vom Aequator an bis an jeden Polarkreis, wo der längſte Tag 24 Stunden dauert, 24 Klimata. Innerhalb der Polarkreiſe wächſt der längſte Tag ſo ſchnell, daß er einen Grad nach den Polen zu ſchon einen Monath lang iſt. Dieſerwegen haben einige die kalten Zonen nach in 6 Klimata getheilet, in deren jedem vom Anfange bis zu Ende der längſte Tag um einen Monath wächſt. Von dieſen alten Eintheilungen der Erdfläche in Klimata findet man weitern Unterricht beym **Riccioli** [α]) und **Varenius** [β]).

Heut zu Tage braucht man das Wort Klima in der Bedeutung der Alten nicht mehr, ſondern verſteht vielmehr darunter das einem Orte eigene Verhalten der Witterung, in Rückſicht der Wärme und Kälte, Abwechſelungen der Jahreszeiten, Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft, Fruchtbarkeit u. ſ. f. Es geben gar verſchiedene Umſtände Gelegenheit, daß in Rückſicht auf die Temperatur und über-

α) Geographia reformata. lib. VII. cap. 9.
β) Geograph. gener. ſect. VI. c. 25.

haupt auf das Klima der Oberfläche des Erdkörpers ſo auffallende Verſchiedenheiten Statt finden. Der Naturforſcher muß den Einfluß, welchen mehrere Elemente auf dieſe Temperatur haben, zu beſtimmen ſuchen, um ſo zu einem allgemeinen Reſultate zu gelangen.

Der erſte Umſtand, den man in Betrachtung ziehen muß, iſt die Breite. Ueberhaupt iſt der größte Grad der Hitze unter der Linie, und der kleinſte an den Polen; die Temperatur der Oerter, die zwiſchen dieſen beyden Grenzen ſind, iſt im Verhältniſſe der Nähe der Pole verſchieden. Die größte Hitze, die unter der Linie beobachtet worden iſt, hat man in den heißen Sandgegenden Arabiens und Indiens wahrgenommen, und man führet an, daß das Thermometer in den Ebenen von Afrika 70 Grade über 0 nach Reaum. gezeiget habe. Die größte Kälte findet in den kalten Erdſtrichen Statt.

Der zweyte Umſtand, welcher verurſachet, das die Temperatur auf der Oberfläche der Erde verſchieden iſt, beruht auf der verſchiedenen Höhe der Sonne am Horizonte und auf der längern oder kürzern Zeit, während welcher ſie in einer ſolchen Höhe bleibt. Hiervon hängt die Verſchiedenheit der Jahreszeiten ab.

Auch die Höhe eines Ortes über der Erdfläche macht, daß die Temperatur verſchieden iſt. Ferner kann die Wirkung der Salze ebenfalls Gelegenheit zu einer Veränderung der äußern Wärme geben. Noch ferner haben Einfluß auf die Verſchiedenheit der Temperatur die Ausdünſtung, der Regen. Die Beſchaffenheit des Erdbodens ſelbſt, ob er nämlich viel oder wenig Gewäſſer enthält, die Lage eines Ortes und die Winde, welchen nach Verſchiedenheit der Gegenden, durch die ſie gehen, verſchiedene Wärme mitgetheilet wird. Die Luft nimmt indeſſen ordentlicher Weiſe die Temperatur der Oberfläche der Erde nicht an; Herr Pictet hat dieß durch vergleichende Erfahrungen erwieſen, er hat ein Thermometer in die Erde geſteckt, ein anderes nahe an der Oberfläche der Erde, und noch andere in verſchiedenen

Höhen

Höhen über dieſer Oberfläche angebracht, und er hat gefunden, daß ſie nie denſelben Grad der Temperatur angezeiget haben. Das Maß, das in einer Höhe von 50 Fußen über der Oberfläche der Erde hing, ſtieg bey Tage weniger und fiel auch in der Nacht weniger, als das, welches nur 5 Fuß hoch über der Oberfläche der Erde befeſtiget war; dieſes letztere Thermometer erlitt beträchtliche Veränderungen, es ſtieg, als die Wärme bey Tage am größten war, ſchnell ſehr hoch, und eine Stunde nach Untergang der Sonne zeigte es faſt denſelben Grad, den das zeigte, welches 50 Fuß hoch hing, es viel hierauf viel tiefer, und ſtieg nach Aufgang der Sonne wieder. Das Thermometer endlich, deſſen Kugel **Pictet** in die Erde vergraben hatte, ſtieg den Tag über bis auf 45 Grad, und erhielt ſich die Nacht hindurch in einer beträchtlichen Höhe. Dieſe Beobachtung beweiſet, daß die Oberfläche der Erde ihre Wärme während der Nacht behält, indeſſen die Wärme in einer geringen Höhe über dieſer Oberfläche weit mehr abnimmt, als in einer Höhe von 50 Fußen.

Durch dieſe Urſachen wird alſo die Temperatur der oberſten Lagen der Erde auf eine ſehr auffallende Art abgeändert.

Ohne Zweifel trägt die Sonne viel zu der Wärme bey, die man auf der Oberfläche der Erde bemerket. Der Herr **von Mairan** α) betrachtet die Wirkung, welche durch die Kraft der Sonne auf der Oberfläche der Erde hervorgebracht wird, und er nimmt mit **Newton** β) an, daß die Kraft der Sonne, welche ſie äußert, um ein Klima zu erwärmen, ſich wie ihr Licht verhalte, und daß dieſes mit der Dichtigkeit oder Menge ihrer Strahlen im Verhältniſſe ſtehe. Hierauf bemüht ſich **von Mairan**, dieſe Menge des Lichtes in verſchiedenen Klimaten im Verhältniſſe ihrer Breiten zu beſtimmen, und er hat gefunden, daß man vier Umſtände in Betrachtung ziehen müſſe.

Zuerſt muß man auf das Licht der Sonne am Horizonte Rückſicht nehmen. Je mehr ſich dieſe dem Scheitelpunkte eines

α) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1719. u. 1765.

β) Princip. math. lib. III. propoſ. 8. coroll. 4.

eines Ortes nähert, um deſto mehr haben die Strahlen deſſelben eine ſenkrechte Richtung, und um deſto mehr Kraft hat ihre Wärme. Halley *) glaubte, daß man das einfache Verhältniß der Sinus der Höhen nehmen müſſe; andere aber behaupteten, daß das Verhältniß der Quadrate das wahre ſey. Mairan zog die Erfahrung zu Hülfe; er nahm mehrere Spiegel, die einander vollkommen gleich waren, und ließ die durch dieſelben zurückgeworfenen Strahlen auf die Kugel eines Thermometers fallen; ein Spiegel bewirkte, daß die Flüſſigkeit in der Thermometerröhre 3 Grad ſtieg, zwey Spiegel aber trieben ſie um 6 Grad und drey Spiegel um 9 Grad in die Höhe; er ſchloß aus dieſen Erfolgen, daß die Wärme, welche die Sonnenſtrahlen hervorbringen, dem einfachen Verhältniſſe der Höhen folge.

Der zweyte Umſtand beruht auf der Stärke, welche das Licht behält, nachdem es durch die Atmoſphäre hindurch gegangen iſt; denn es geht, im Verhältniſſe der Sinus der Höhen, eine mehr oder weniger große Menge Lichtſtrahlen verloren, die man durch die Berechnung kaum beſtimmen kann.

Der dritte Umſtand betrifft die Entfernung der Sonne von der Erde; dieſe beträgt im Winter 33780210 franzöſiſche Meilen, im Sommer aber 34934726 ſolche Meilen. Im Winter hält ſie ſich aber eine kürzere Zeit über unſerem Horizonte auf; Herr Mairan hat, indem er dieſe Wirkungen gegen einander verglichen hat, gefunden, daß die Kraft der Sonne zur Zeit der Sommerſonnenwende ſich zu der, welche ſie zur Zeit der Winterſonnenwende hat, verhält wie 841 : 900 oder beynahe wie 14 : 15.

Der vierte Umſtand beruht auf der Länge der Tage oder der halbtägigen Bogen. Je länger die Sonne über dem Horizonte bleibt, von deſto längerer Dauer iſt ihre Wirkung. Mairan nimmt ſie im Verhältniſſe des Quadrats der Zeit an, und da in Paris zur Zeit der Sommerſonnenwende die Tage zwey Mahl länger ſind, als zur Zeit der

Win-

*) Philoſ. transact. Num. 23. art. 9.

Winterſonnenwende, ſo muß dieſe Urſache im Sommer vierfach ſeyn. Indeſſen gibt die Theorie nur das gerade Verhältniß der Zeiten an; denn eine und dieſelbe Urſache, die zwey Stunden hindurch wirkt, kann nur einen Erfolg nach ſich ziehen, der doppelt ſo groß iſt, als der, welchen ſie veranlaßt, wenn ſie eine Stunde lang wirkt. Daher nimmt man ſie als gleich an. Allein ihre Wirkung hat, wie weiter oben erhellen wird, der Erfahrung gemäß ein noch größeres Verhältniß, als das der Quadrate; man nennt dieß **Beſchleunigung der Wärme**. Dieſe Urſache erhält durch die Wirkung des Zurückwerfens einen Zuwachs. Denn durch das Zurückwerfen der Strahlen wird der Aufenthalt der Sonne über dem Horizonte eine längere oder kürzere Zeit, im Verhältniſſe zu den Breiten, verlängert; am Pole z. B. wird nur ein einziger Punkt ſeyn, wo man zur Zeit der Nachtgleichen die Sonne nicht wird untergehen ſehen, und in den Gegenden jenſeit des Polarkreiſes wird man ſie zur Zeit der Sommerſonnenwende den ganzen Tag ſehen können; indeſſen bewirket das Zurückwerfen der Strahlen, daß ſich die angegebene Erſcheinung über eine weit größere Breite erſtrecket.

Mairan hat ſich bemühet, die Wirkſamkeit dieſer vier Umſtände zur Zeit der Sommer- und Winterſonnenwende für die Breite von Paris zu beſtimmen. Er hat hierbey auf die nöthigen Reduktionen Rückſicht genommen, und folgende Angaben feſtgeſetzet:

1. Höhe nach gemachter Reduktion.
   Im Sommer 64° 38′ 37″
   im Winter 17° 41′ 30″
2. Stärke des Lichtes.
   Im Sommer 7944,94
   im Winter 5094,38
3. Die Kraft des Lichtes verhält ſich umgekehrt wie die Entfernung von der Sonne.
   Im Sommer 9833,5
   im Winter 10166,5

4. Die halben Tagebogen ſind im Sommer 483′ und im Winter 245′, wovon die Quadrate zu nehmen ſind.

Mairan nimmt hierauf die Logarithmen aller dieſer Zahlen, und findet:

1. Höhe im Sommer	9,9560057,	im Winter	9,4839354
2. Stärke des Lichtes im Sommer	3,9009050,	im Winter	3,7070913
3. Dichtigkeit im Sommer	7,9846017,	im Winter	8,0243428
4. Bogen im Sommer	5,3678942,	im Winter	4,7783322
	Summe 27,2094066		Summe 25,9937017

zieht man die kleinere Summe von der größern ab, ſo bleibt 1,2157049, welche Zahl der Logarithme von 16,8 iſt.

Es wird alſo bey der Breite von Paris das Verhältniß des Sonnenſommers zum Sonnenwinter wie 16,8 : 1 ſeyn. Die Sonnenwärme wird folglich in Paris für einen beſtimmten Augenblick, z. B. für den Mittag der Tage der Sommer- und Winterſonnenwende im Sommer 16 Mahl größer als im Winter ſeyn. Mairan unterſuchet ferner, welche wirkliche Verſchiedenheit zwiſchen dem wahren Sommer und dem wahren Winter Statt finde; Amontons hatte ſeinen Beobachtungen gemäß behauptet, ſie verhalte ſich wie 8 : 7; Mairan verglich deßhalb alle von 1701 bis 1756 für Paris gemachte thermometriſche Beobachtungen, und fand daß die größte mittlere Wärme von 1026 Graden, und die größte mittlere Kälte von 994 Graden war (er nahm 1000 als den Gefrierpunkt an). Es beträgt alſo der mittlere Unterſchied zwiſchen der mittleren Wärme und der mittleren Kälte = 32. Ueberdem hat Mairan noch Unterſuchungen angeſtellet, um den Grad der größten mittleren Wärme in allen Klimaten der Sommer zu finden, und er hat ihn zu 1026 Graden beſtimmt. Dieß Reſultat konnte er aus den angegebenen vier Umſtänden von der Wirkung des Lichtes unmöglich ableiten; daher müſſe man ſchließen, daß es noch eine andere Urſache gebe, die bloß in der Grundwärme des Erdkörpers zu ſuchen ſey. In Paris iſt die Sonnenwärme im Sommer = 32,02, und im Winter = 1,02, die Ausflüſſe der Centralwärme müſ-

ſen

ſen alſo 99,198 betragen. Dieſe Ausflüſſe werden ſich daher zur Sonnenwärme verhalten im Sommer wie 29,16 zu 1, im Winter wie 491 zu 1; der wahre Winter und der wahre Sommer werden unter einander im Verhältniſſe 31 zu 32 ſtehen, welches von dem Verhältniſſe 7:8 nicht viel abweicht.

Bey alle dem iſt es aber doch nicht zu läugnen, daß die Erfahrung den Folgerungen des **Mairan** entgegen iſt, und ſie könnte nur für zwey abgeſonderte Tage, wovon der eine zur Zeit der Winterſonnenwende, und der andere zur Zeit der Sommerſonnenwende fällt, mit denſelben übereinſtimmig ſeyn; er beweiſet nicht, daß die Sonnenwärme beym Anfange des Winters nur $\frac{1}{500}$, und beym Anfange des Sommers nur $\frac{1}{29}$ der Centralwärme iſt. In ſeiner erſten Abhandlung hat er ſchon bemerket, daß bey der Sonnenwärme eine beträchtliche Beſchleunigung Statt findet, welche von ſehr großer Wirkung iſt; der größte Grad der Wärme am Tage hat nicht zur Mittagszeit, ſondern zwey oder 3 Stunden nach derſelben Statt; die wärmſten Sommertage ſind nicht zur Zeit der Sonnenwende, ſondern ungefähr 40 Tage nach dieſer Periode; im Verhältniſſe wie die Sonne ſich dieſem Zeitpunkt nähert, und ſich von demſelben entfernet, findet an jedem Tage eine geringe Beſchleunigung der Wärme Statt, und dieſe Beſchleunigungen zuſammen geben dann die großen Grade der Wärme, die wir beobachten. Ohne dieſe Beſchleunigung würde, wie **Mairan** ſehr richtig ſagt, der Mittag im Winter bey heiterem Sonnenſchein, den genaueſten Berechnungen zufolge, wärmer ſeyn, als der Morgen und Abend eines Sommertages iſt. Dieſe Berechnungen geben uns alſo nicht das wahre Verhältniß an, welches zwiſchen der innern Wärme der Erde, und der, welche die Sonne an der Oberfläche derſelben hervorbringt, Statt findet; ſie geben die letztere in Vergleichung mit der erſtern viel zu ſchwach an. **Mairan** hat dieſe Beſchleunigung in Rechnung zu bringen vergeſſen.

Beym Klima eines Ortes kömmt es alſo vorzüglich mit auf die innere Wärme des Erdkörpers an; dieſe, welche an ein

ein und eben demſelben Orte ſich gleich zu bleiben ſcheinet, theilet ſich den äußern Lagen der Erde mit, dieſe würden folglich dieſelbe Temperatur annehmen und behalten, wenn nicht äußere Urſachen darauf Einfluß hätten, und große Verſchiedenheiten in Rückſicht auf dieſelbe zu Wege brächten. Unter die äußern Urſachen gehören die Gewäſſer, die Winde, die Verdunſtung, der Regen, die Beſchaffenheit ſeines Bodens, ſeine Erhebung u. ſ. f. welche dieſe Wärme mehr oder weniger vermindern, und von einer andern Seite die Wirkung der Sonnenſtrahlen, welche die Wärme auf eine mehr oder weniger beträchtliche Art verſtärken.

Die mittlere Kälte iſt z. B. bey der Breite von Paris 7 Grad unter Null, und die Wärme = 26 Grad, dieß macht im Ganzen einen Unterſchied von 33 Graden; aber die Sonnenſtrahlen, die zur Zeit der Winterſonnenwende 1 Grad geben, geben zur Zeit der Sommerſonnenwende 16,8; um volle 33 Grad zu haben, fehlen alſo noch 16,2 Grad; aber dieſe 16,2 Grad können nur mittelſt der Beſchleunigung der Wärme hervorgebracht werden, welche eine Wirkung der Sonnenſtrahlen iſt, und die ſich jeden Tag anhäuft; denn die innere Wärme der Erde kann vom Anfange des Winters an bis zum Anfange des Sommers nicht auf eine merkbare Art zunehmen. Ohne dieſe innere Wärme aber würden die Sonnenſtrahlen weder zur Zeit der Winterſonnenwende eine Wärme von 1 Grad, noch zur Zeit des Anfangs des Sommers eine Wärme von 16,8 Grad hervorbringen können; die innere Wärme der Erde wird alſo auf die äußere Temperatur und überhaupt auf's Klima ſowohl im Winter als im Sommer einen merklichen Einfluß haben.

Weil es alſo überhaupt ſehr vielen Schwierigkeiten unterworfen iſt, die verſchiedenen Klimate auf ganz allgemeine Regeln zu bringen, ſo ſchlägt **Mayer** *) vor, für die mittleren Wärmen der Orte Tafeln nach einer Theorie zu verfertigen, und ſelbige wegen der Höhe der Orte und anderer Abweichun-

*) De variationibus thermometri accuratius definiendis; in *Tob. Mayeri* opp. ined. Goetting. 1775. 4 maj. Num. I.

weichungen durch Gleichungen, nach Art der aſtronomiſchen Berechnung, zu berichtigen. Hierbey legt er den Satz zum Grunde, daß die Abnahme der mittleren Wärme unter dem Aequator = 24 Grad Reaum., die unter den Polen = 0 iſt, ſo findet man ſie unter einer Breite, deſſen Sinus = ſ iſt, = 24 (1 — ſ²). Daraus ergibt ſich folgende Tabelle.

Breite.	Reaum. Grade.	Breite.	Reaum. Grade.
0°	24	50	10
5	23¾	55	8
10	23¼	60	6
15	22½	65	4¼
20	21¼	70	2¾
25	19¾	75	1½
30	18	80	¾
35	16	85	¼
40	14	90	0
45	12.		

Von den Angaben dieſer Tafel ſoll nun noch für jede 100 Toiſen Höhe über der Meeresfläche 1 Grad abgezogen werden, weil die Schneegrenze unter dem Aequator 2400 Toiſen hoch liegt, mithin die Wärme in dieſer Höhe um 24 Grad vermindert wird. Für die jährlichen Abwechſelungen nimmt **Mayer** an, das Maximum und Minimum der Wärme ereigne ſich bey uns, wenn die Sonne 30° über das Solſtitium hinaus ſey, unter dem Aequator aber beym Solſtitium ſelbſt, und die größte jährliche Veränderung betrage unter dem Aequator Null, in unſern Gegenden 10°, unter den Polen 13°. Nach dieſen Vorausſetzungen ließen ſich nun Tafeln für jeden Grad der mittleren Wärme verfertigen.

Herr **Lichtenberg** hat in den Zuſätzen zu den mayerſchen Abhandlungen bemerket, daß die nach dieſen Tafeln berechneten mittleren Wärmen mit den beobachteten, welche der P. **Cotte** *) mittheilet, ſehr wohl übereinſtimmten, ſo viel

*) Traité de météorologie. Paris 1774. 4.

viel den Raum der Erdfläche betrifft, der zwiſchen den Paral-
lelen von Stockholm und dem Cap der guten Hoffnung und
zwiſchen den Meridianen von Stockholm und Mexico einge-
ſchloſſen iſt.

Kirwan *) hat dieſen von Mayer gethanen Vorſchlag
weiter zu verfolgen geſuchet, und dieſerwegen vorzüglich eine
Gegend gewählet, wo die Localurſachen, die ſo großen Einfluß
auf das Klima haben, größten Theils wegfallen. Dieſe
glaubt er in dem atlantiſchen Meere zwiſchen 80° nördlicher
und 45° ſüdlicher Breite, und in der Südſee zwiſchen 45°
nördlicher und 40° ſüdlicher Breite zu finden. Von dieſem
großen Theile der Erdfläche theilet er über die mittlere Wärme
eine Tafel mit, welche ſich von der mayerſchen nur darin un-
terſcheidet, daß die Berechnung nach fahrenh. Graden an-
geſtellet, und die mittlere Wärme unter den Polen nicht auf
den Froſtpunkt, ſondern auf 31 Grad nach Fahrenheit ge-
ſetzet iſt.

In Anſehung der jährlichen Abwechſelung nimmt er den
Aprill für denjenigen Monath an, deſſen mittlere Wärme
mit der in der Tafel angegebenen am nächſten übereinkommt,
berechnet hieraus die Wärme für die Monathe May, Ju-
nius, Julius und Auguſt nach dem Verhältniſſe des Sinus
der Sonnenhöhe; für die übrigen Monathe hingegen nimmt
er wegen des Einfluſſes der Grundwärme die wahre Wärme
für das arithmetiſche Mittel zwiſchen der berechneten und der
mittleren an. Nach ſeiner Verſicherung hat dieſe Beſtim-
mung die beſten übereinſtimmenden Reſultate mit den Beob-
achtungen gegeben. Hierüber gibt er eine Tabelle für alle
Grade der Breite und alle Monathe des Jahres an, die aber
ſchon ſehr weit von der mayerſchen abweichet. In Anſehung
der täglichen Veränderung ſetzt er die größte Kälte $\frac{1}{2}$ Stunde
vor Sonnenaufgang; die größte Wärme zwiſchen 60° und
45° Breite um $2\frac{1}{2}$ Uhr, zwiſchen 45° und 35° um 2 Uhr,
zwiſchen

*) An eſtimate of the temperature of different latitudes. Lond. 1787.
8. Kirwans Angabe der Temperatur von den verſchiedenen
Breiten u. ſ. f. a. d. Engl. von Crell. Berlin 1788. 8.

zwiſchen 35° und 25° um $1\frac{1}{2}$ Uhr, zwiſchen 25° und dem Aequator um 1 Uhr Nachmittags.

Dieſe regelmäßige Temperatur leidet aber eine ſehr große Abänderung durch Localumſtände, als durch Höhe, Entfernung vom Meere, Berge, Wälder u. d. gl. Wegen der Höhe iſt die mittlere Wärme auf jede 200 engliſche Meilen um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad zu vermindern, um $\frac{1}{4}$ nämlich, wenn ſie ſich in einer Weite von einer engliſchen Meile nur um 6 Fuß, um $\frac{1}{2}$, wenn ſie ſich um 15 Fuß und darüber erhebet. Im Sommer iſt gewöhnlich das feſte Land 8 bis 10 Grad wärmer und im Winter eben ſo viel kälter, als das Meer. Dieß hebt ſich zwar in Rückſicht der mittleren Wärme das ganze Jahr hindurch auf; doch bleibt aber einige Ungleichheit übrig, weßwegen für 50 Meilen Abſtand vom Meere unter der Breite von 70 Graden, $\frac{1}{2}$ Grad abzuziehen, bey 10° hingegen 1 Grad hinzuzuſetzen iſt, da bey 30° die mittlere Wärme unverändert bleibt u. ſ. w.

Dieſe Regeln werden nun auf die Temperaturen einzelner Länder und Oerter angewendet, und mit den Beobachtungen verglichen. Folgende Sätze enthalten die Reſultate hiervon:

1. Der kälteſte Monath iſt der Januar, in den Breiten über 48° hinaus, der wärmſte der Julius, in geringern Breiten der Auguſt.

2. Die Monathe December und Januar und Junius und Julius ſind wenig von einander unterſchieden. Ueber 30° Breite ſind die Abweichungen der Monathe Auguſt, September, October und November beträchtlicher, als Februar, März, Aprill und May. In geringern Breiten ſind die Unterſchiede ſo groß nicht. Die Wärme im Aprill iſt der mittleren Wärme am nächſten. Folglich erreichen die Wirkungen ihr Maximum nicht eher, als bis die Urſachen ſchon anfangen abzunehmen, und ſie nehmen nach dieſem Maximum ſchneller ab, als ſie vor demſelben zunahmen.

3. Auf 20° vom Aequator ſind die Unterſchiede zwiſchen den wärmſten und kälteſten Monathen gering, werden aber größer, je weiter man ſich vom Aequator entfernet.

4. In den größten Breiten, beſonders um 59 und 60° findet man die Sonnenwärme auf 75 bis 80 Grade, und iſt oft im Julius wärmer, als unter der Breite von 51°.

5. Jede bewohnbare Breite hat wenigſtens zwey Monathe eine Wärme von 60 Graden, welche zum Reifen des Getreides nöthig iſt. In den Nordländern reifen die Früchte wegen der langen Tage in kurzer Zeit, und wegen des thauenden Eiſes iſt nicht viel Regen nothwendig.

6. Die mit Waldungen bedeckten, von großen Flüſſen und ſtehenden Wäſſern durchſchnittenen, oder mit Moräſten und Sümpfen reichlich verſehenen Länder ſind kälter, als andere Länder bey derſelben Breite; aus dieſer Urſache iſt das nördliche Amerika weit kälter als das längſt bekannte feſte Land, das mit jenem ein und dieſelbe Breite hat; die weit beträchtlichere Verdunſtung, welche in Amerika Statt hat, iſt hieran vorzüglich Schuld. Die Gegenden aber, die mit Sande bedecket ſind, wohin mehrere Ebenen in Afrika, einige große Plätze in Aſien u. ſ. f. gehören, zeichnen ſich durch ihre Hitze weit mehr als andere Länder aus. Rom, und der ganze Theil von Italien, der dieſe Stadt umgibt, war ſonſt kälter, als er jetzt iſt, weil ſonſt viel Waldung daſelbſt war; dieß iſt auch bey den mittägigen Gegenden von Deutſchland, Frankreich u. ſ. f. der Fall.

7. Im heißen Erdſtriche, wenn die Nächte 12 Stunden lang ſind, hat die Sonnenwärme nicht hinlänglich Zeit, ſich in dieſem Zwiſchenraume zu zerſtreuen; es iſt daher noch eine anſehnliche Menge derſelben bey der Rückkehr der Sonne gegenwärtig; indeſſen gibt es doch in dieſen Gegenden Urſachen, zu welchen der häufige Thau, der in den heißen Ländern fällt, und der ſüße Saft, den die Pflanzen ausſchwitzen, gehören, welche die Wärme mehr und mehr vermindern, und die Nächte ſehr kühl machen. Es iſt alſo die Beſchleunigung der Wärme hier beträchtlicher, und die Wärme würde mit der Zeit zu einer außerordentlichen Heftigkeit kommen, wenn dieſem nicht durch die Regenzeit, durch ſtarke Winde und durch andere Urſachen Grenzen geſetzet würde. Ueberdieß

iſt

iſt zu erwägen, daß die Erde unter dem Aequator eine Erhöhung von 10000 Toiſen hat; mithin muß der Boden in dieſem Theile der Erde bey übrigens gleichen Umſtänden ſeine innere Wärme eher erhalten als an andern Orten.

Die Beſchleunigung der durch die Sonnenſtrahlen hervorgebrachten Wärme iſt alſo in Anſehung der Wärme, die man an der Oberfläche der Erde wahrnimmt, weit wirkſamer als eine andere Urſache. Zu Tornea z. B. fallen die Strahlen der Sonne zur Zeit der Sommerſonnenwende, oder nach derſelben, eben ſo ſchief auf den Boden, als bey unſern Breiten um die Zeit der Nachtgleichen; eine große Anzahl derſelben muß alſo in der Atmoſphäre ſich verlieren, und ſie müſſen den Boden in einer ſehr ſchrägen Richtung berühren; ſie werden folglich nicht mit der Kraft an die Körper anprallen, welche ſich dann äußert, wenn die Strahlen eine mehr perpendikulaire Richtung haben. Indeſſen bringen ſie doch denſelben Grad der Wärme hervor, welchen ſie im heißen Erdſtriche verurſachen, und dieſer Erfolg kann alſo nur durch ihre fortdauernde Wirkung veranlaſſet werden. Die Sonne bleibt faſt immer über dem Horizonte, und die Wärme, die ſie der Erde an jedem Tage mittheilet, verliert ſich daher nie, ſie häuft ſich an, und ſo ſchwach ſie auch an jedem einzelnen Tage zu ſeyn ſcheinet, ſo ſteigt ſie doch in einem Zeitraume zu demſelben Grade, der in den heißeſten Klimaten Statt findet.

8. Auf hohen Bergen iſt die Kälte immer größer als in ebenen Gegenden, weil ſich a) die Wärme in den letzteren weniger zerſtreuet; weil b) die Lichtſtrahlen hier mehr beyſammen bleiben, und weniger davon verloren gehet, indeß ſie auf dem Gipfel eines Berges ſich aus einander begeben, und weil c) die Atmoſphäre in der Ebene dichter iſt, als auf Bergen; auch verlieren die Berge täglich etwas von ihrer Wärme; denn die Kälte ſcheint auf hohen Bergen täglich zu zunehmen; die Eislagen auf den Schweizergebirgen werden immer größer. So erzählet Herr **Gruner**, daß man heut zu Tage ganze Waldungen von Lerchenbäumen mitten

zwiſchen Eismaſſen, die nicht mehr zerſchmelzen, gewahr wird. Auch in den Polarländern ſcheinen ſich die Eismaſſen immer mehr zu vermehren.

Uebrigens können die Klimate durch die Cultur eine große Abänderung erleiden. Man findet hierüber Unterſuchungen in Beziehung auf Nordamerika beym **Hugh Williamſon** [a]) und in Rückſicht auf die europäiſchen Länder vom Abbé **Mann** [b]). Seit etliche 50 Jahren ſind die Winter in Philadelphia weit gelinder und die Sommer weniger heiß geworden. Der Abbé **Mann** zeigt, daß die Schilderungen der Alten von dem kalten und unfruchtbaren Klima in Gallien, Germanien, Pannonien, dem europäiſchen Scythien u. ſ. f. auf den jetzigen Zuſtand der Länder nicht mehr paſſen, und gibt als Urſache dieſer Veränderung die Verminderung der Seen und Moräſte, das Ausrotten der ungeheuern Waldungen, den Anbau der Länder und, nach einer ihm eigenen Hypotheſe, das beſtändig zunehmende Uebergewicht des Wärmeſtoffs über den entgegengeſetzten Stoff der Feuchtigkeit.

M. ſ. **Torb. Bergmann** phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel durch **Röhl**, Th. II. §. 138 f. **De la Metherie** Theorie der Erde, Th. I.; aus dem Franzöſ. durch **Eſchenbach**, Leipz. 1797.

Kloben, Flaſche (mouffle). Unter dieſem Worte, welches im Lateiniſchen keine eigentliche Benennung hat, verſteht man das Gehäuſe, in welchem eine oder mehrere Rollen angebracht ſind. Verbindet man zwey ſolcher Kloben durch Hülfe eines Seiles, ſo um die Rollen wechſelsweiſe geleget wird, mit einander, ſo nennt man alsdann dieſe Verbindung einen Flaſchenzug. M. ſ. **Flaſchenzug**.

Knallgold, Platzgold (aurum fulminans, or fulminant) iſt ein Niederſchlag des Goldes aus ſeiner Auflöſung in Königswaſſer vermittelſt des Ammoniaks, ſowohl des

a) Transact. of the Americ. philoſ. ſociety. Vol. I. Philad. 1771. 4. p. 272.; u. in Rozier Journ. de phyſique. Juin. 1773.

b) Commentat. Acad. ſcient. Theodoro-Palat. Vol. VI. phyſicum. Manh. 1790. 4. p. 82 ſqq.

des ätzenden als des kohlenſauren. Man bereitet ihn am beſten ſo, daß man die Goldſolution mit etwa ſechs Mahl ſo viel deſtillirtem Waſſer verdünnt, hierauf ſo vielen reinen kohlenſauren Salmiakgeiſt tröpfelt, bis kein Aufbrauſen mehr entſteht. Den Niederſchlag, welcher als ein gelblicher Kalk entſteht, wäſcht man ſorgfältig mit heißem deſtillirten Waſſer aus, und trocknet ihn äußerſt behutſam ohne angebrachte Wärme in der Luft, ohne ihn zu reiben oder ſtark zu drücken. Dieſer Niederſchlag, welcher ungefähr um ¼ ſchwerer iſt, als das dazu gebrauchte Gold, zerplatzt bey einer geringen Erhitzung mit einer ſehr ſtarken Exploſion, und einem heftigen Knalle.

Die Urſache des Platzens dieſes Niederſchlages befriedigend anzugeben, iſt eben ſo leicht nicht. **Hoffmann** [α]) erklärte dieſe Eigenſchaft aus einer dem Golde anklebenden Feuchtigkeit oder einem eigentlichen elaſtiſchen Stoffe; **Black** [β]) hingegen ſuchte das Platzen aus der Kohlenſäure, **Baumé** [γ]) aus einem eigenen Salpeterſchwefel, **Macquer** und andere aus einem ſalpeterſauren Ammoniak herzuleiten. Allein **Bergmann** [δ]) hat alle dieſe Meinungen durch ſeine vielen angeſtellten Verſuche hinlänglich widerleget. Das wohl ausgeſüßte Knallgold hat keinen Geſchmack, und löſet ſich im kochenden Waſſer nicht auf. In dem Augenblicke, welcher vor dem Abknallen desſelben vorhergehet, bemerket man an ihm weiter keine Veränderung, als daß es ſchwärzlich wird, und dann ſogleich mit einer dunkeln Flamme und einem heftigen Knalle abbrennt. Unausgewaſchenes platzt nicht ſo heftig, und mit kaltem Waſſer gewaſchenes mit einer hellen Flamme. Wenn das Knallgold zwiſchen lockerem Papiere verplatzt, ſo findet man es theils in ſehr kleinen Körnern

α) Experimenta, quae auri naturam ac proprietates declarant; in ſ. opuſc. phyſ. chem. p. 368.
β) Eſſais and obſervat. read before a ſociety in Edinb. Vol. II.
γ) Erläuterte Experimentalchymie. Th. III. S. 28 f.
δ) Diſquiſ. chem. de calce auri fulminante, reſp. *Car. Andr. Plomgren.* Vpſ. 1769. 4.; und in ſein. opuſc. phyſ. chem. Vol. II. S. 133 f.

reduciret, theils in ein röthliches oder violettes Pulver verwandelt. In genau verſchloſſenen und mit ihrer Mündung unter Waſſer getauchten Röhren verpufft entwickelt ſich ein luftförmiger elaſtiſcher Stoff, welcher nach allen Kennzeichen Stickſtoffgas iſt, und nach **Bergmann** aus einer halben Drachme Knallgold ungefähr 7 ſchwediſche Cubikzoll beträgt. In ſtarken metallenen Kugeln eingeſchloſſen erlangt das Knallgold über dem Feuer ſeine Metallgeſtalt wieder, ohne zu verplatzen, oder die Kugel zu zerſprengen. Es iſt alſo in der Art ſeiner Wirkung vom Schießpulver ganz verſchieden. Das Knallgold verliert ſeine platzende Kraft auf mehrere Art: 1) ohne Zuſatz für ſich allein, wenn man es nach und nach und zu wiederhohlten Mahlen einer ſolchen Hitze ausſetzet, welche der zum Abknallen erforderlichen ſehr nahe kömmt; es wird endlich dunkelſchwarz, und hört auf, Knallgold zu ſeyn; 2) durch den Zuſatz jeder trockenen und pulverigen Materie, mit der das Knallgold innigſt gemengt wird, und wodurch ſeine Theile von einander entfernet werden; 3) dadurch, daß man zwey Theile Schwefel behutſam abbrennt, oder auch das Knallgold nach und nach in fließenden Schwefel trägt. Alles Knallgold, welches auf dieſe Weiſe ſeine platzende Kraft verloren hat, läßt ſich im Schmelzfeuer ohne Zuſatz reduciren. Ein nicht knallender Goldkalk wird knallend, wenn man ihn mit der Auflöſung von Ammoniakſalzen digeriret. Nach dem Abſüßen findet man ihn am Gewicht vermehrt, und das Neutralſalz wird zum Theil zerſetzt, und ſeine Säure frey gemacht. Die Salzſäure löſet das Knallgold leicht auf, läßt es aber durch ein feuerbeſtändiges Alkali als Knallgold fallen. Wenn man gut ausgeſüßtes Knallgold mit etwas Schwefelſäure aus einer Retorte deſtilliret, ſo ſteiget ſchwefelſaures Ammoniak auf, und das Knallgold verlieret ſeine platzende Kraft. Aus allen dieſen Erfahrungen erhellet, daß das Knallgold Ammoniak enthält, und daß das Ammoniak allein die platzende Eigenſchaft des Knallgoldes bewirket. Nach dem neuern Syſteme wird das Knallgold als eine Ammoniak-

niak-Goldhalbſäure betrachtet, und während des Verkalkens wird ſo wohl das Ammoniak, als auch die Goldhalbſäure (Goldkalk) zerlegt. Der Waſſerſtoff des Ammoniaks verbindet ſich nämlich mit dem Sauerſtoffe der Goldhalbſäure, während ſich der Stickſtoff des Ammoniaks mit dem Wärmeſtoffe verbunden als Stickſtoffgas entwickelt; dadurch erhält das Gold ſeine metalliſche Geſtalt, und wird hergeſtellet.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Th. III. Halle 1795. 8. §. 2295 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 319.

Knallkügelchen ſind kleine hohle Glaskugeln mit etwas Waſſer, welche auf glühenden Köhlen, wo das Waſſer durch die Hitze in Dämpfe verwandelt wird, mit einem heftigen Knalle zerſpringen. Man gebrauchet ſie, um die heftige Wirkung der elaſtiſchen Waſſerdämpfe zu erweiſen.

Knallluft ſ. Gas, brennbares, Gas, dephlogiſtiſirtes.

Knallpulver (pulvis tonans, poudre fulminante) iſt ein Gemiſch von drey Theilen Salpeter, zwey Theilen trockenen Weinſteinſalz und einem Theile Schwefel, welches das Beſondere hat, daß es, ohne eingeſchloſſen zu ſeyn, auch ſchon in geringer Menge, bey einer allmähligen, bis zur Entzündung des Schwefels gehenden Erhitzung, in einem Löffel über glühenden Kohlen mit einem heftigen Schlage abbrennt, bey einer plötzlichen Erhitzung ſind die Wirkungen weit ſchwächer, und auf glühende Kohlen geworfen kniſtert es nur mit einem mäßigen Geräuſche.

Ohne Zweifel wird durchs allmählige Schmelzen des Knallpulvers aus dem Schwefelalkali ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas gebildet, welches mit der aus dem Salpeter entbundenen Lebensluft eine Knallluft macht. Auf Kohlen gelegt knallt es nicht, weil es ſich augenblicklich und ohne vorhergegangene Schmelzung der ganzen Maſſe entzündet.

Auch gehören hierher die ſo genannten Knallſalze des Herrn **Berthollet** (muriâte oxygèné de potaſſe) und des Herrn Prof. **Wurzer** zu Bonn (muriâte oxygèné de ſoude). Mit dem Knallſalze des Herrn Berthollet haben **Fourcroy** und **Vauquelin** verſchiedene Verſuche angeſtellet. Folgendes ſind die hauptſächlichſten von ihren entdeckten Thatſachen.

1. Drey Theile des Salzes und ein Theil Schwefel in einem metallenen Mörſer zu Pulver gerieben, zeigen dabey vervielfältige und ſucceſſive Detonation, gleich einem Peitſchenknall oder Piſtolen- und ſelbſt Flintenſchuß, nach Maßgabe der Heftigkeit der Bewegung und der Stärke des Drucks, den man anwendet. In concentrirte Schwefelſäure geworfen entzündet ſich das Gemenge plötzlich, und brennt ohne Geräuſch mit einer blendend weißen Flamme.

2. Drey Theile des Salzes, ein halber Theil Schwefel, und ein halber Theil Kohlen machen noch ſtärkere Detonationen, als das vorhergehende Gemenge, wenn man ſie in dem Mörſer reibt, und ein noch ſtärkeres Getöſe, wenn man ſie auf dem Amboſe ſchlägt. Die Flamme dieſes Gemenges ſowohl beym Verpuffen, als beym Einwerfen in Schwefelſäure, iſt heftiger, lebhafter und röther als die des vorigen.

3. Gleiche Theile Knallſalz und gepulverter Spiesglanz verpuffen beym Stoßen, und bringen mit der Schwefelſäure nur röthliche Funken hervor. Der Zink zu gleichen Theilen verpufft damit ebenfalls mit einer weißen Flamme; zeigt aber nichts in der Schwefelſäure.

4. Das reguliniſche Arſenik verpufft damit ſehr heftig beym Schlagen mit dem Hammer, und entzündet ſich mit ganz außerordentlicher Heftigkeit und Glanze bey der Berührung mit Schwefelſäure. Es erhebt ſich bey dieſem letzten Verſuche ein Rauch, welcher in der Luft die Geſtalt eines Ringes annimmt, wie beym freywilligen Abbrennen des phosphorhaltigen Waſſerſtoffgas in ruhiger Atmoſphäre.

5. Der Schwefelkies entzündet ſich plötzlich, aber ohne Geräuſch beym Zuſammenreiben in einem metallenen Mörſer.

ſer. Wird das Gemenge auf einem ſtählernen Ambos geſchlagen, ſo detoniret es ſtark und mit einer rothen Flamme.

6. Zinnober, und die ſchwefelhaltigen Spiesglanzkalke verpuffen beym Stoßen mit dem Knallſalze, aber ſie entzünden ſich mit der Schwefelſäure nicht. Eben dieß iſt der Fall beym Gemenge aus bloßer Kohle und Knallſalze.

7. Zucker, Gummi's, fette und ätherische Oele, Alcohol, Aether mit Knallſalze vermiſcht, ſo daß dieſe leztern flüſſigen entzündlichen Subſtanzen damit einen Brey bilden, haben die Eigenſchaft, beym Stoß mit dem Hammer heftig zu verpraſſeln. Sie geben alle beym Verpuffen eine heftige Flamme. Beym bloßen Zuſammenreiben verpuffen dieſe Gemenge nicht, und entzünden ſich nicht. Einige davon entzünden ſich mit der concentrirten Schwefelſäure; ihr Verbrennen iſt aber langſam und ſucceſſiv.

8. Alle die vorher angezeigten Subſtanzen, welche mit dem Knallſalze vermengt ſich entzünden, und plötzlich abbrennen, und durch den Stoß des Hammers ein beträchtliches Getöſe verurſachen, bringen eine noch weit ſtärkere Detonation hervor, wenn man ſie zwiſchen doppeltem Papiere preßt.

9. Die elektriſche Erſchütterung einer ſtarken Maſchine mit einer großen Batterie, brachte, wie der Stoß, alle vorher angezeigte Gemenge zum Verpuffen, und es verbreitete ſich dabey ebenfalls Licht.

Dieſes ſonderbare Phänomen wird ſo erkläret: der Druck, wenn er beſonders in einem ſehr kurzen Zeitraume geſchiehet, wie beym Stoß, begünſtiget die Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem entzündlichen Körper; dieſe Verbindung, die durch den plötzlich aus dem Knallſalze entwickelten Sauerſtoff bewirket wird, iſt mit einer plötzlichen Dilatation und der augenblicklichen Bildung von gasförmigen Stoffen begleitet, wodurch die umgebende Luft mit einer ſo großen Schnelligkeit zuſammengedruckt wird, daß daraus ein beträchtliches Getöſe entſtehet. Das Licht, der Dampf, der jedem der angewandten verbrennlichen Körper eigene Geruch beweiſen,

daß

daß eine wahre Entzündung Statt findet, deren Gewalt und Heftigkeit die ſtarke Detonation zu zuſchreiben iſt.

Die durch Schwefelſäure hervorgebrachte Entzündung rührt von der Entbindung des gasförmigen oxygenirten Salzſauren her, in welchem die mit dem Salze vermengten verbrennlichen Materien ſich noch plötzlicher entzünden, als im gewöhnlichen oxygenirt-ſalzſauren Gas.

Aehnliche Wirkungen fand Herr **Wurzer** bey ſeinem entdeckten Knallſalze. Er rieb ungefähr 1½ Gran davon in einer gläſernen Reibſchale; nach vorausgegangenen Funken und Kniſtern entſtand auf ein Mahl ein betäubender Knall mit einer zwey Fuß hohen Flamme, welche Herrn **Wurzer** ein Theil des Kleides verbrannte und das Auge ein wenig beſchädigte. Gleichwohl fand ſich noch ein halber Gran unzerſetzte Materie in der Schale.

M. ſ. **Gren** neues Journal der Phyſik, B. IV, S. 238 f. **Crells** chemiſche Annalen 1792, XI Stück.

Knallſilber (argentum fulminans, argent fulminant) iſt ein Niederſchlag des Silbers aus ſeiner Auflöſung in reiner Salpeterſäure mit Kalkwaſſer, welcher mit deſtillirtem Waſſer abgewaſchen, dann mit ätzendem Salmiakgeiſte im Sonnenlichte ſo lange digeriret worden, bis er eine ſchwärzliche Farbe angenommen hat. Dieß getrocknete Pulver knallt nicht nur bey einem Grade der Erhitzung, welcher den des kochenden Waſſers übertrifft, ſondern auch beym Reiben und Drucken mit irgend einem Körper mit einer erſtaunlichen Explosion, ſo daß die Zubereitung des Knallſilbers mit vieler Gefahr verbunden iſt.

Die platzende Eigenſchaft des Knallſilbers rührt von derſelben Urſache her, als die des Knallgoldes, indem das Knallſilber eigentlich bloß ein Ammoniak-Silberkalk (Ammoniak-Silberhalbſäure) iſt. Während des Knallens wird nämlich ſo wohl das Ammoniak als auch der Silberkalk zerlegt. Der Waſſerſtoff des Ammoniaks verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe des Silberkalks, und es entſteht Waſſer; indeſſen verbindet ſich der Stickſtoff mit dem Wärme-

ſtoffe,

ſtoffe, und verurſachet vermöge ſeiner großen auf ein Mahl erhaltenen Elaſticität das Knallen.

M. ſ. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 315.

Knochenerde ſ. **Kohle**.

Knoten, der Planeten-Mond und Kometenbahnen (nodi planetarum, lunae et cometarum, noeuds des planètes, de la lune et des cométes) heißen die beyden Punkte, in welchen die Planeten-, Mond- und Kometenbahnen die Ekliptik an der ſcheinbaren Himmelskugel durchſchneiden. So bald als dieſe Himmelskörper in ihrem Laufe um den Himmel in die Knoten kommen, ſo befinden ſie ſich ſelbſt in der Ekliptik, und haben daher keine Breite. Weil die ſcheinbare Sonnenbahn oder die Ekliptik ein größter Kreis der Himmelskugel iſt, in deſſen Ebene die Erdbahn liegt, ſo müſſen ſich auch die Bahnen der Planeten u. ſ. und der Erde in einer geraden Linie ſchneiden, welche die **Knotenlinie** heißt, und deren Endpunkte folglich die Knoten ſind. Die Sonne befindet ſich aber in der Ebene der Erd- und der Planetenbahn, mithin in der Knotenlinie, und es müſſen daher die Knoten aus der Sonne geſehen einander gerade gegenüberliegen.

Der eine von beyden Knoten heißt der **aufſteigende** (aſcendens, aſcendant, ☊), der andere der **niederſteigende** (deſcendens, deſcendant, ☋), weil der Planet im erſten Falle in ſeiner Bahn durch den Knoten in die nördliche Halbkugel hinaufſtritt, und daher nördliche Breite hat, im andern aber, weil er aus dem andern Knoten in die ſüdliche Halbkugel hinabgehet, und daher ſüdliche Breite erlangt.

Die Beobachtungen lehren, daß die Knoten nicht in einerley Punkt der Ekliptik bleiben, ſondern ſie rücken ſämmtlich der Ordnung der Zeichen jährlich entgegen. Dieſes Vorrücken beträgt zwar bey den Planeten jährlich etwas weniges, in einer langen Reihe von Jahren aber konnte es den Aſtronomen unmöglich verborgen bleiben. Hingegen iſt

das Vorrücken der Knoten des Mondes weit merklicher, indem ſie jährlich der Ordnung der Zeichen um 19° 10′ 43″ entgegenrücken, und daher in 18 Jahren 224 Tagen 4 Stunden 45 Minuten einen ganzen Umlauf machen. Dieſe Bewegung der Knoten iſt eine nothwendige Folge der allgemeinen Anziehung der Weltkörper gegen einander. Wenn nämlich die Bahn des angezogenen Planeten in einer ganz andern Ebene liegt als die Bahn des anziehenden, ſo muß nothwendig die Ebene der Planetenbahn die letztere beym jedesmahligen Umlaufe etwas früher durchſchneiden, als ſonſt geſchehen ſeyn würde, weil er ſtetig gegen dieſelbe gezogen wird; es müſſen alſo die Knoten der Planetenbahn nach derjenigen Seite fortrücken, welche der Bewegung des anziehenden Körpers entgegengeſetzet iſt. Weil nun alle Planeten nach der Ordnung der Zeichen um die Sonne laufen, ſo entſteht daraus eine rückgängige Bewegung aller Knoten, welche beym Monde am merklichſten iſt, indem dieſer gegen die Sonne, gegen die Venus und gegen den Jupiter ſehr ſtark gravitiret, und daher in ſeinem Umlaufe um die Erde gar ſehr geſtöret wird.

Wenn man den Lauf der Planeten beſtimmen will, ſo muß die Bewegung der Knoten ihrer Bahnen bekannt ſeyn. M. ſ. den Artikel **Weltſyſtem**.

Knotenlinie (linea nodorum, ligne des noeuds) iſt die gemeinſchaftliche Durchſchnittslinie der Ebenen der Planetenbahnen mit der Ebene der Erdbahn oder der Ekliptik. Die Lage der Knotenlinie läßt ſich finden, wenn man den Planeten zu der Zeit, da er noch ſüdliche Breite hat, ſo lange beobachtet, bis er nördlich zu werden anfängt. Denn ſobald die ſüdliche Breite Null iſt, ſo muß die Planetenbahn in der Ekliptik liegen, und die Länge des Planeten mit der Länge des aufſteigenden Knotens einerley ſeyn. Die Länge des niederſteigenden Knotens iſt um 180 Grade größer. Dieſe Beobachtungen lehren, daß die Lage der Knotenlinie nicht immer einerley bleibet, ſondern ſich um die Sonne der Ordnung der Zeichen entgegen drehet. M. ſ. den Artikel **Knoten**.

Kobalt, Kobold (cobaltum, cadmia foſſilis metallica, cobalt). Dieſer iſt erſt durch **Brandt** *) als ein eigenes Metall unterſchieden worden. Seine Farbe iſt Bleygrau; ſein ſpecifiſches Gewicht zwiſchen 7,000 und 7,700. Er iſt ſpröde und zerfällt unter dem Hammer; zeigt aber doch im Zuſtande ſeiner größten Reinigkeit einige Dehnbarkeit. Gewöhnlich iſt er mit Arſenik, Nickel und Eiſen verunreiniget.

Der Kobalt iſt ſehr ſtrengflüſſig, und immer um deſto mehr, je reiner er vom Arſenik iſt. Man rechnet die Hitze, wobey er gewöhnlich fließt, ſo hoch, als die des ſchmelzenden Kupfers. Wenn der Kobalt im Fluſſe langſam genug erkaltet, ſo zeiget er auf ſeiner Oberfläche eine netzförmige Bildung, und kryſtalliſiret ſich auch nach **Mongez** in nadelförmigen über einander liegenden Bündeln.

Der Kalk des Kobalts iſt ſchwarz, beygemiſchter Arſenik macht ihn röthlich oder braun. Bey der Verkalkung iſt weder Rauch noch Flamme wahrzunehmen, wenn das Metall rein war. Arſenikfreyer Kobalt hat nach der Verwandlung in Kalk bey lange fortgeſetztem Röſten eine Gewichtszunahme von 20 Procent und drüber. Mit verglaslichen Materien den Kobaltkalk in Fluß gebracht gibt er die ſo genannte **Smalte**, ein ſchön blaues Glas, welches das einzige iſt, das man bey Verglaſungen gebrauchen kann. Von den mineraliſchen Säuren wird der Kobalt aufgelöſet, und die Auflöſung desſelben in Königswaſſer gibt nach der Verdünnung mit Waſſer die ſo genannte ſympathetiſche Tinte des Herrn **Hellot**, deren Schrift auf weißem Papiere in der Kälte verſchwindet, in der Wärme aber ſchön grün zum Vorſchein kommt. Wenn man ferner einen Theil reinen Kobaltkalk in 16 Theilen deſtillirten Weineſſig in einem Kolben im Sandbade, bis 4 Theile des Eſſigs übrig bleiben, kocht, die Auflöſung durchſeihet, welche roſenroth ausſehen muß, hierauf ſie noch um die Hälfte verdampfen läßt, den vierten Theil des angewandten Kobalts an Küchenſalz hinzuſetzet, und es zuſam-

*) Acta litteral. Vpſal. 1735. p. 33.

zuſammen in der Wärme auflöſen läßt, ſo erhält man des Herrn **Ilſemann** ſchöne blaue ſympathetiſche Tinte. Die damit gemachten Schriftzüge verſchwinden in der Kälte, kommen aber in der Wärme ſchön blau wieder zum Vorſchein, und verſchwinden wieder in der Kälte.

Der **Safflor** oder **Zaffer** iſt der Kobaltkalk mit mehr oder weniger zart zerpulvertem Sande oder Kieſel vermiſcht.

Von dem Magnetismus des Kobalts ſ. m. den Artikel **Magnet.**

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. §. 3070 f.

Kochen ſ. **Sieden.**

Kochſalzſäure ſ. **Salzſäure.**

Kochſalzſaure Luft ſ. **Gas, ſalzſaures.**

König ſ. **Metalle.**

Königswaſſer, Goldſcheidewaſſer, ſalpeterſaure Salzſäure (aqua regis ſ. regia, acidum nitro-muriaticum, eau régale, acide nitro-muriatique) iſt eine Miſchung von Salpeterſäure und Salzſäure, welche einige Metalle auflöſet, die von reinen Säuren entweder gar nicht oder doch nur ſehr ſchwer aufgelöſet werden. Platina und Gold werden von Königswaſſer allein; Zinn- und Spiesglaskönig wenigſtens beſſer und leichter als von andern Säuren aufgelöſet.

Miſcht man einen oder zwey Theile ſtarke und farbenfreye Salpeterſäure mit vier Theilen rauchenden Salzgeiſt zuſammen, ſo entſtehet Erhitzung und Aufbrauſen, und es entwickelt ſich dephlogiſtiſirte Salzſäure; ſo wie dieſe übergehet, färbt ſich die rückſtändige Flüſſigkeit; hingegen entbindet ſich keine Salpeterluft. Nach dem neuern Syſteme *) wird die Salpeterſäure zerleget. Es verbindet ſich ein Theil des Sauerſtoffes der Salpeterſäure mit der Kochſalzſäure, und geht zum Theil in Geſtalt von überſaurem kochſalzgeſäuer-

*) Berthollet Bemerkungen über das Königswaſſer; aus den mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1785.; in Crells chemiſch. Annalen 1791. B. II. S. 156.

ſäuerten Gas hinweg. Die Salpeterſäure wird dadurch, daß ſie ihren Sauerſtoff zum Theil verlieret, in ſalpeterhalbſaures Gas verwandelt, und bleibt mit einem Theile der überſauren Kochſalzſäure, mit dem Theile der Salpeterſäure, die ihren Stoff nicht verloren hat, und mit dem Theile der Kochſalzſäure, der nicht überſauret worden iſt, verbunden zurück. Dem zufolge beſteht das Königswaſſer aus Salpeterſäure, aus Kochſalzſäure und aus ſalpeterhalbſaurem Gas.

Daraus erhellet, warum es nur wenig Salpeterſäure bedarf, um der Salzſäure die Eigenſchaften des Königswaſſers zu geben; warum man ein minder wirkſames Königswaſſer erhält, wenn man ſich bey übrigens gleichen Umſtänden, der phlogiſtiſirten ſtatt der dephlogiſtiſirten Salpeterſäure bedienet; und endlich warum das Königswaſſer eine andere auflöſende Kraft hat, und warum ſeine Verbindungen mit Körpern andere Reſultate gewähren, als die Salpeterſäure oder die gemeine Salzſäure allein.

Das Königswaſſer hat einen eigenthümlichen ſtarken Geruch, und gewöhnlich eine gelbliche Farbe.

Sonſt verfertigte man auch das Königswaſſer zu beſondern Anwendungen, beſonders zur Auflöſung gewiſſer Metalle, ſo, daß man Salmiak oder Küchenſalz in Salpeterſäure auflöſet.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. §. 842 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie; Berlin, 1795. 8. S. 191.

Körper (corpus, corps). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man im ganz Allgemeinen alle Gegenſtände, welche in die Sinne fallen. So nehmen wir an jedem Körper eine räumliche Ausdehnung wahr, die mit Materie ausgefüllt iſt, wie ſich denn überhaupt kein Körper ohne räumliche Ausdehnung denken läßt. Alle Veränderungen, welche mit den wirklichen Körpern vorgehen, können wir bloß durch unſere Sinne erkennen, und alle mögliche Erſcheinungen der Körper, ſelbſt die Geſetze, die ſie befolgen, müſſen ganz allein aus Erfahrungen abgeleitet werden. Weil aber ein jeder

Körper aus Materie beſtehet, über deren Exiſtenz keine andere als metaphyſiſche Unterſuchungen Statt finden können, ſo muß es ſelbſt dem Phyſiker, wenn er ſeine von den Körpern gemachten Erfahrungen bis auf die erſten Gründe zurückführen will, nothwendig werden, dieſen metaphyſiſchen Theil allen übrigen Unterſuchungen vorangehen zu laſſen. Welche Vorſtellungen aber ſich die Weltweiſen von der Materie überhaupt gemacht haben, das ſoll unter dem Artikel, **Materie**, weiter gezeiget werden. Hier ſollen bloß die Eigenſchaften eines Körpers im Allgemeinen angeführet werden, und zwar vors erſte nach dem atomiſtiſchen und nachher nach dem dynamiſchen Syſteme.

Es läßt ſich kein Körper anders gedenken, als daß er in einem Raume enthalten iſt, welchen man nach dreyerley auf einander ſtehenden ſenkrechten Richtungen abmeſſen, oder worin man Länge, Breite und Höhe unterſcheiden kann. Ein jeder Körper beſitzet alſo Ausdehnung, welche durch Flächen begrenzet iſt, deren Lage und Stellung gegen einander die Figur des Körpers beſtimmt; mithin hat auch jeder Körper eine Figur. Das, was den Raum eines Körpers erfüllet, heißt **Materie.** Dieſe nimmt das atomiſtiſche Syſtem als abſolut und undurchdringlich an, d. h. ihre Exiſtenz allein verurſachet, daß in dem Raume, welchen ſie erfüllt, keine andere Materie ſeyn kann. Da nun aber die Erfahrung lehret, daß es gar keinen Körper gibt, welcher abſolut undurchdringlich wäre, ſo iſt man genöthiget anzunehmen, daß ein jeder Körper nicht in allen Punkten des Raumes, den er einnimmt, Materie enthalte, ſondern daß leere Zwiſchenräume eingeſtreuet ſind. Hiernach kann es alſo Körper geben, die in gleich großen Räumen mehr oder weniger undurchdringliche Materie enthalten, woraus der Begriff von **Dichtigkeit** entſtehet. M. ſ. **Dichtigkeit.** Hieraus folgt nun, daß Ausdehnbarkeit und Undurchdringlichkeit weſentliche Eigenſchaften der Körper ſind, weil ſie mit der Vorſtellung derſelben unzertrennlich verbunden ſind.

Ferner lehret die Erfahrung, daß die Körper theilbar ſind. Weil aber die Materie den Raum des Körpers nicht ſo vollkommen ausfüllet, als die Theile des Raums den Raum ausfüllen, ſo iſt man genöthiget, bey der Theilung der Materie zuletzt auf Körperchen zu kommen, die weiter nicht mehr theilbar ſind, und denen man wenigſtens aus ſubjectiver Nothwendigkeit die Ausdehnung nicht abſprechen kann. Wegen der abſoluten Undurchdringlichkeit der Atome nehmen daher die Atomiſtiker an, daß der erſte Zuſtand aller Körper die Härte iſt, und daß die übrigen Zuſtände der Körper, als Zähigkeit, Weichheit, Flüſſigkeit u. ſ. f. bloße Folgen von einwirkenden Kräften und Bewegungen, welche auf die Werkzeuge unſerer Sinne wirken, ſind. Weil alſo ein jeder Körper theilbar iſt, ſo muß man auch die Theilbarkeit als eine allgemeine Eigenſchaft der Körper betrachten.

Endlich lehret auch die Erfahrung, daß es keinen Körper gebe, welcher nicht der Bewegung fähig wäre; mithin iſt auch die Beweglichkeit der Körper als eine ganz allgemeine Eigenſchaft der Körper zu betrachten. Da aber die Körper keine innere Beſtimmungsgründe haben, ſich von ſelbſt zu bewegen, oder, wenn ſie ſchon beweget ſind, ſich von ſelbſt in Ruhe zu verſetzen, ſo wird auch alle Mahl eine Urſache da ſeyn müſſen, um Körper in Bewegung zu bringen, und bewegte Körper wieder in Ruhe zu ſetzen. Die Gleichgültigkeit der Körper gegen Bewegung und Ruhe nennt man **Trägheit**, und die Urſachen ihrer Aenderungen **Kräfte**. Nach dem atomiſtiſchen Syſteme liegen die Kräfte außer dem Körper. Weil aber denſelben gewiſſe Erſcheinungen offenbar entgegen ſind, ſo iſt es gekommen, daß ſich verſchiedene Phyſiker von der Attraction und von der Trägheit der Körper verſchiedene Begriffe gemacht haben. Die meiſten aber, welche der atomiſtiſchen Lehre zugethan ſind, geſtehen lieber offenherzig, daß ihnen die Urſachen über dieſe Veränderungen unbekannt ſind, und geben daher die Ausdrücke, **Attraction, Schwere, Cohäſion, Adhäſion, Verwandtſchaften** u. ſ. f. nicht als Urſachen, ſondern als Phä-

nomene der Körper an, welche alſo noch fernere Urſachen haben müſſen.

Nach dem dynamiſchen Syſteme, nach welchem das Weſen der Materie in zurückſtoßenden und anziehenden Kräften beſtehet, über und unter welchen größere und kleinere Kräfte bis ins Unendliche gedacht werden können, iſt kein Körper abſolut undurchdringlich. Zugleich weiß man hier einen Grund der Undurchdringlichkeit der Materie anzugeben, indem die ausdehnende Kraft derſelben ſolche möglich macht. In Rückſicht der Dichtigkeit kömmt es hier bloß auf den Grad der Erfüllung des Raumes von beſtimmter Größe an. Da es nun unendliche Grade der Erfüllung geben kann, ſo muß es auch verſchiedene Grade der Dichtigkeit der Materie geben. Es kann daher ein Körper ſeinen Raum mit Continuität erfüllen, und doch weniger dicht als ein anderer Körper ſeyn; wenn nämlich jener den Raum im geringern Grade erfüllt, als dieſer.

Ferner iſt nach dieſem Syſteme die Materie ins Unendliche theilbar, daraus folgt aber keines Weges, daß ein Körper im beſtimmten Raume aus einer unendlichen Menge von Theilen beſtehe. M. ſ. **Theilbarkeit.** Was endlich die Bewegung der Körper betrifft, ſo liegt der Grund ganz allein in der den Körpern weſentlich zukommenden Anziehung und Zurückſtoßung. Zuletzt kann man nach dieſem Syſteme den urſprünglichen Zuſtand der Körper nicht als hart annehmen, indem derſelbe alle mögliche Zuſtände nach der Verſchiedenheit der Grade der Erfüllung des Raumes haben kann.

Körper, feſte, ſtarre (corpora ſolida, rigida, corps ſolides, rigides) heißen diejenigen Körper, deren Theile vermittelſt einer jeden Kraft nicht ſo leicht an einander verſchoben werden können, welche folglich mit einem gewiſſen Grade der Kraft dem Verſchieben der Theile widerſtehen. Man iſt bis jetzt immer der Meinung geweſen, daß die Möglichkeit der feſten Körper ganz allein auf dem Zuſammenhange ihrer Theile beruhe. Allein es bleibt alsdann immer unerklärbar, wie bey feſten Körpern die Theile dem Ver-

ſchieben

ſchieben ſo mächtig widerſtehen, da ſie vielleicht unter ſich einen geringern Zuſammenhang, als manche flüſſige Körper haben, deren Theile ſich jedoch von einer jeden Kraft ohne Hinderniß verſchieben laſſen. Die Möglichkeit der feſten Körper erfordert alſo außer dem Zuſammenhange ihrer Theile noch eines andern Erklärungsgrundes, welches vorzüglich in der Reibung der materiellen Theile an einander beſtehet.

Körper, flüſſige (corpora fluida, corps fluides) heißen diejenigen, deren Theile ungeachtet ihres Zuſammenhanges dennoch von einer noch ſo kleinen bewegenden Kraft an einander verſchoben werden können. Man nimmt gemeiniglich an, daß flüſſige Körper diejenigen ſind, deren Theile mit einer ſehr geringen Kraft zuſammenhängen. Es iſt dieß aber offenbar irrig; denn die eigene Bildung der Theile eines flüſſigen Körpers beweiſet, daß ſeine Theile ſtark zuſammenhängen müſſen, weil ſie durch die Kugelgeſtalt, die ſie annehmen, in das vollkommenſte Gleichgewicht, und hiermit in die größt mögliche Berührung unter ſich ſelbſt kommen. Der Hauptunterſchied der flüſſigen Körper von den feſten Körpern beſteht darin, daß auch in den kleinſten Theilen der flüſſigen Körper nicht die mindeſte Reibung Statt findet, folglich dieſelben unter ſich eben ſo beweglich ſind, wie im leeren Raume, welches bey feſten Körpern nicht iſt. Denn würde nur die mindeſte Reibung der Theile der flüſſigen Körper Statt finden, ſo müßte in zwey communicirenden Schenkeln einer gebogenen Röhre der flüſſige Körper eine Höhe in dem einen Schenkel ein Mahl erreichen können, bey welcher eine ſehr kleine Quantität der Flüſſigkeit in den engern Schenkel gegoſſen, wenn nur dieſer kein Haarröhrchen iſt, die in dem weitern nicht aus ihrer Lage verrücken; mithin die Flüſſigkeit in dem engern Schenkel höher, als in dem weitern, ſtehen könne, weil die untern Theile bey einem ſo großen Drucke derſelben unter einander nicht mehr durch eine ſo kleine bewegende Kraft, als das Gewicht der geringen Flüſſigkeit iſt, verſchoben werden könnten.

Es ſind daher die flüſſigen Körper von den feſten Körpern vorzüglich in folgenden verſchieden:

1. Die Theile eines flüſſigen Körpers können wegen der nicht Statt findenden Reibung unter einander von jeder noch ſo geringen Kraft an einander verſchoben werden; welches wegen der Reibung der Theile eines feſten Körpers nicht angehet. Wenn alſo ein Theil oder etliche Theile eines flüſſigen Körpers durch eine bewegende Kraft zur Bewegung angetrieben werden, ſo können auch dieſe Theile beweget werden, ohne daß der ganze flüſſige Körper in Bewegung kömmt. Daher können auch zwey Kräfte, welche an zwey verſchiedenen Theilchen eines flüſſigen Körpers nach gerade entgegengeſetzten Richtungen wirken, einander nicht im Gleichgewichte erhalten; es wäre denn, daß auf irgend eine Art verhindert würde, daß die dazwiſchen liegenden Theilchen nicht ausweichen könnten.

2. Die flüſſigen Körper nehmen die Geſtalt der Gefäße an, in welchen ſie eingeſchloſſen ſind. Dieß iſt eine nothwendige Folge der Verſchiebbarkeit ihrer Theile unter einander, keinesweges aber eine Folge des geringen Zuſammenhanges derſelben.

3. Die Theile eines flüſſigen Körpers, beſonders die kleinern, nehmen von ſelbſt die Geſtalt einer Kugel an, woraus eben offenbar der große Zuſammenhang der Theile unter einander erhellet. Denn wäre der Zuſammenhang der Theile eines flüſſigen Körpers ſehr gering, ſo würden ſie nach mathematiſchen Gründen unmöglich ſich in die Form einer Kugel von ſelbſt verſetzen.

4. Flüſſige Körper nehmen, wenn ihre Theile in Ruhe ſind, eine völlig ebene oder wagrechte Oberfläche an. Auch dieß iſt eine Folge der Verſchiebbarkeit der Theile, aber keinesweges des geringen Zuſammenhanges derſelben. Denn es werden hier die Theile nicht von einander getrennt, ſondern nur an einander verſchoben.

5. Nach dem dynamiſchen Syſteme kann man auch annehmen, daß ein vollkommen flüſſiger Körper ſeinen Raum mit

mit Continuität ausfüllt, welches bey der Struktur der feſten Körper nicht Statt findet. Daher kommt es, daß man in einer flüſſigen Materie auch mit den beſten Vergrößerungsgläſern keine Zwiſchenräume wahrnehmen kann.

6. Ein jeder Theil eines flüſſigen Körpers wird von dem darüber und darunter liegenden Theile eben ſo ſtark gedruckt, als er ſelbſt die darüber und darunter liegenden Theile druckt. Man könnte daher auch einen flüſſigen Körper ſo erklären, daß ein jeder Theil nach allen Richtungen mit eben der Kraft ſich zu bewegen trachtet, womit er nach irgend einer gedruckt wird. Dieß ſind vorzüglich die Merkmahle eines flüſſigen Körpers, wodurch er von einer Anhäufung von feſten Körperchen, wie z. B. Sand, unterſchieden werden kann.

Descartes ſetzte das Weſen der flüſſigen Körper in eine beſtändige innere Bewegung der Theile; den Zuſammenhang der feſten Körper aber ſieht er als eine Folge der Ruhe ihrer Theile an; **Boerhaave** hingegen hat das Feuer für die Urſache aller Flüſſigkeit gehalten. Wahrſcheinlich wirkt aber das Feuer oder die Wärme hier nicht mechaniſch, ſondern vielmehr chemiſch, und obgleich flüſſige Körper durch Entziehung der Wärme in feſte, und hinwiederum feſte durch den Beytritt der Wärme in flüſſige Körper verwandelt werden können, ſo hat man doch keineswegs Recht zu behaupten, daß der urſprüngliche Zuſtand eines Körpers Feſtigkeit ſey, und die Wärme die Flüſſigkeit allein bewirke. Es kömmt hier bloß auf das Verhalten der Wärme gegen einen Körper an; dieſe bildet nämlich in Verbindung mit einer andern Materie im verſchiedenem Verhältniſſe auch Körper von eigener Natur und eigenen Eigenſchaften. Es kann daher der urſprüngliche Zuſtand eines Körpers ſo wohl Feſtigkeit als Flüſſigkeit ſeyn.

Man unterſcheidet auch Grade der Flüſſigkeit. So iſt ein Körper flüſſiger als der andere, wenn er beym Ausgießen mehr oder kleinere Tropfen bildet, als ein anderer. Unter

gleichen Umſtänden bewirket ein ſtärkerer Wärmegrad auch einen höhern Grad der Flüſſigkeit.

Das Feuer macht jedoch nicht alle Körper flüſſig, welches daher zu rühren ſcheinet, weil dieſe Körper eher zerſetzet werden, als daß ſie ſchmelzen.

Sehr viele flüſſige Körper ſind ſelbſt Auflöſungsmittel anderer feſten Körper, welche alſo dadurch ebenfalls dieſe zu flüſſigen machen. Hiervon gibt die Chemie unzählige Beyſpiele. So werden z. B. Metalle, Gummi's, Harze, Salze u. ſ. f. durch Flüſſigkeiten aufgelöſet.

Uebrigens unterſcheidet man noch tropfbar flüſſige Körper von elaſtiſch flüſſigen. In wie fern dieſer Unterſchied Statt finden könne, ſ. m. den Artikel **expanſible Flüſſigkeiten.**

Kohle (carbo, charbon) heißt der Rückſtand eines organiſchen Körpers ohne Zutritt der freyen Luft nach ihrem vollkommenen Glühen. Es iſt dieſe eine ſchwarze, feſte, ſpröde, unſchmelzbare, im Waſſer völlig unauflösbare, geruch- und geſchmackloſe Materie, die, wenn ſie aus feſten Körpern herrühret, auch noch merklich das Gewebe und die Struktur desſelben an ſich hat. In verſchloſſenen Gefäßen erleidet die Kohle durch das heftigſte Feuer keine Aenderung, an freyer Luft aber verbrennt ſie in der Hitze mit Glühen, ohne Rauch und Ruß, und auch nicht ein Mahl mit Flamme, wenn ſie keine Theile hat, die durch trockene Deſtillation daraus noch abgeſondert werden könnten, oder keine Feuchtigkeit in ihr iſt.

Das Verbrennen der Kohlen in eingeſchloſſenen Zimmern verdirbt die Luft, und macht ſie erſtickend, indem ſie nicht allein die Lebensluft der atmoſphäriſchen Luft zerſetzen, ſondern auch ſelbſt eine eigene irreſpirable Luftart, nämlich das kohlengeſäuerte Gas, erzeugen. Uebrigens iſt es im gemeinen Leben ein Vorurtheil, wenn man glaubt, daß nur diejenigen Kohlen in eingeſchloſſenen Zimmern ſchädlich wären, die noch dampften, die ausgeglüheten aber dem Leben

nicht

nicht mehr gefährlich wären, da doch das Verbrennen ſelbſt, auch von der reinſten Kohle, die Luft irreſpirabel macht.

Nach dem Verbrennen der vegetabiliſchen Kohlen bleibt eine lockere Maſſe, die Aſche, zurück, welche ungefähr den achten Theil des Gewichtes der Kohlen ausmacht, und aus dem fixen Gewächslaugenſalze, verſchiedenen Erden und einem Antheile von Eiſen beſtehet. Die thieriſche Kohle hingegen iſt keinesweges ſo entzündlich, wie die vegetabiliſche Kohle, und brennt nie, wie dieſe, allein. Nach dem Einäſchern der thieriſchen Kohle bleibt eine ganz weiße Erde übrig, die nicht locker und ſtaubig iſt, ſondern Zuſammenhang genug hat, um die organiſche Struktur der Knochen zu zeigen. Man nennt ſie **Knochenerde** oder **Knochenaſche**.

Die Holzkohlen, welche für das gemeine Leben und für die Chemie ſo brauchbar ſind, werden aus Scheitholze entweder in liegenden oder ſtehenden Meilern verfertiget. Es wird nämlich das Scheitholz um einen Pfahl herum errichtet, nachher ſelbiges mit Raſen, oder Laub, oder Lehmen u. d. gl. bedecket, und durch eine angebrachte Oeffnung angezündet. Uebrigens wird das Feuer ſo regieret, daß es durch angebrachte Oeffnungen in der Bewerfung inwendig beſtändig fortbrennt, ſonſt aber keine helle Flamme herausſchlägt. Wenn der Meiler ganz durchbrannt iſt, ſo wird das Feuer erſtickt.

M. ſ. **Macquer** chymiſches Wörterbuch, Artik. **Kohle.**

Kohlenſäure (acidum carbonicum, acide carbonique) iſt eine eigene Säure, welche aus der Verbindung des Sauerſtoffes mit dem Kohlenſtoffe entſtehet, wenn ſie ſich mit Waſſer vereiniget, und dadurch in tropfbar flüſſiger Geſtalt zeiget. Eigentlich entwickelt ſich dieſe Säure nie anders als in Gasgeſtalt, und heißt alsdann **kohlengeſäuertes Gas, luftſaures Gas, fixe Luft.** M. ſ. **Gas, mephitiſches.** Allein ſie verbindet ſich mit dem Waſſer, und macht in dieſem Zuſtande die kohlenſäure oder Luftſäure aus. Bey einer höhern Temperatur wird alle Kohlenſäure aus dem Waſſer wieder ausgeſchieden; ſelbſt an

der freyen Luft geht ſie größtentheils aus demſelben wieder hinweg.

Uebrigens hat die Kohlenſäure einen ſäuerlichen und ſtechenden Geſchmack, ſprudelt, röthet die blauen Pflanzenſäfte, und kömmt überhaupt mit der Natur der natürlichen Sauerbrunnen überein.

Kohlenſtoff (carbonicum, carbone, carbon pur) iſt nach dem neuern Syſteme ein einfacher Stoff, welcher die Baſis des kohlengeſäuerten Gas ausmacht, und in der Kohle der vegetabiliſchen und thieriſchen Subſtanzen enthalten iſt. Ueberhaupt findet ſich der Kohlenſtoff in großer Menge in der Natur; er macht den größten Antheil aller thieriſchen und vegetabiliſchen Stoffe und der Erdharze aus; er findet ſich in verſchiedenen Steinarten, im Roheiſen und Stahle, und bildet hauptſächlich das Reißbley. M. ſ. **Reißbley**.

Wenn man das Verbrennen mit einer wohl ausgeglüheten Holzkohle unter einer mit Lebensluft gefüllten, und mit Queckſilber geſperrten Glasglocke unternimmt, ſo daß man etwas Zunderſchwamm und Phosphor an die Kohle geklebet hat, und dieſe durch ein Brennglas von außen vermittelſt des Sonnenfeuers anzündet; ſo findet man, daß die elaſtiſche Flüſſigkeit unter der Glocke dabey nicht verſchwindet, wie beym Verbrennen des Phosphors, ſondern daß vielmehr eine eigene Luftart ſich bildet, die nicht zum Athemhohlen und zur Unterhaltung des Verbrennens dienet. Bringt man die unter der Glocke befindliche elaſtiſche Flüſſigkeit mit kaltem Waſſer zuſammen, ſo wird ſie davon nach und nach eingeſogen, und das Waſſer erhält die Eigenſchaften einer ſchwachen Säure, und röthet die Lakmustinktur. Aetzende Lauge und Kalkwaſſer verſchlucken dieſe Gasart noch ſchneller, und erleiden dadurch ſelbſt Veränderungen in ihrer Natur. Die davon übrig bleibende Luft, welche das Waſſer oder die ätzende Lauge nicht verſchluckt, iſt der Antheil unveränderter Lebensluft, der nicht zum Verbrennen der Kohle mit angewendet wurde, weil ihn jenes erzeugte Gas zuletzt

daran hinderte. Hat man nun die Kohle vor dem Verbrennen gewogen, ſo wiegt der Rückſtand der Kohle nach dem Verbrennen mit der gebildeten Gasart zuſammen ſo viel, als die Kohle vor dem Verbrennen und der Antheil der zerſetzten Lebensluft zuſammen wogen. Nach **Lavoiſiers** genauer Beſtimmung verzehren 28 Theile Kohle etwa 72 Theile Lebensluft dem Gewichte nach, und es bilden ſich daraus zuſammen 100 Theile dieſer eigenthümlichen Gasart, die vom Kalkwaſſer oder ätzender Lauge abſorbiret wird.

Das neuere Syſtem erkläret dieſen Verſuch auf folgende Art: die Kohle verbindet ſich beym Prozeß des Verbrennens in der Lebensluft mit dem Sauerſtoffe derſelben, dadurch wird die Lebensluft zerſetzt, ihr Wärmeſtoff wird frey und bildet das Feuer. Die Kohle und der Sauerſtoff zuſammen werden durch einen Antheil Wärmeſtoff, welchen ſie binden, gasförmig, und bilden ſo das kohlengeſäuerte Gas, deſſen Gewicht dem Gewicht der zerſtörten Lebensluft und der verbrannten Kohle zuſammen correſpondiret. Es beſtehet alſo das kohlengeſäuerte Gas aus Sauerſtoff, Wärmeſtoff und dem aus der Kohle gekommenen Stoffe, oder dem ſo genannten **Kohlenſtoffe**.

Der Kohlenſtoff wird als eine einfache Subſtanz angenommen, weil er die Baſis einer eigenen Säure iſt. Um ihn von den Subſtanzen, die ihn enthalten, abzuſondern, hat man nur nöthig, dieſe Subſtanzen einer mittleren Temperatur auszuſetzen, und dieſe plötzlich zu verſtärken, wodurch man kohlengeſäuertes Gas, und wenn der Zutritt der freyen Luft ausgeſchloſſen iſt, feſte Kohle erhält. Bey den chemiſchen Operationen bleibt die Kohle, als der feuerfeſte Theil, in der Retorte zurück, nachdem die übrigen Beſtandtheile der vegetabiliſchen und thieriſchen Subſtanzen in Gas verwandelt worden ſind.

Die gewöhnliche Holzkohle iſt nicht ganz reiner Kohlenſtoff. Sie enthält außer dem Kohlenſtoff noch Waſſer, Erde und Pottaſche. Daher kann es kommen, daß bey den Verſuchen damit ſich zuweilen eine Verſchiedenheit findet.

Auch

Auch kann man vermittelſt des Kohlenſtoffes nicht allein mehreren gefärbten, ſalzigen und andern Auflöſungen die Farbe entziehen, und ſie vollkommen weiß machen, ſondern auch fauligten Subſtanzen den übeln Geruch und Geſchmack benehmen. Miſcht man nämlich mit den Körpern wohl ausgeglühetes Kohlenpulver, ſo verbindet ſich damit der in ihnen enthaltene Kohlenſtoff, und die Körper werden weiß. Eben ſo kann man auch übelriechenden Körpern, als faulem Fleiſche, Waſſer, Zwiebeln, Knoblauch, Wanzen u. ſ. w. durch das Kohlenpulver den unangenehmen Geruch benehmen.

Miſcht man mit kohlengeſäuertem Waſſer Kohlenpulver, ſo entzieht dieſes dem Waſſer die Kohlenſäure ſo vollkommen, daß das Kalkwaſſer von dieſem Waſſer nun nicht mehr getrübet wird. Auch dem mit Schwefelleberluft geſchwängerten Waſſer entziehet das Kohlenpulver allen Schwefel, und das Waſſer bleibt rein zurück. Dieſe ſehr merkwürdigen und ungemein nützlichen Entdeckungen hat Herr **Lowitz** gebrauchet, um faules Waſſer trinkbar zu machen. Mehrere Verſuche hiervon hat der Herr Bergrath **Buchholz** in Weimar mitgetheilet *).

Weil der Kohlenſtoff in der Temperatur des Glühens eine nähere Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe beſitzet, als andere verbrennliche einfache Subſtanzen dagegen haben, ſo entziehet er denſelben den Sauerſtoff oder desoxydirt ſie. So zerſetzet er auch das Waſſer; wenn man nämlich Waſſerdämpfe durch glühende Kohlen ſtreichen läßt, ſo erhält man Waſſerſtoffgas und kohlengeſäuertes Gas. Die Kohle entziehet nämlich im Glühen dem Waſſer ſeinen Sauerſtoff, wird damit zur Kohlenſäure, die ſich als kohlengeſäuertes Gas entwickelt, der Waſſerſtoff verbindet ſich mit dem Wärmeſtoffe und geht als Waſſerſtoffgas über.

M. ſ. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin, 1795. 8. Kap. 9 und 20.

Koluren (coluri, colures) ſind zwey größte Kreiſe auf der beweglichen Himmelskugel, welche durch die beiden Pole

*) Grens Journal der Phyſik. B. V. S. 3. B. VI. S. 12.

Pole gehen, und mit dem Aequator rechte Winkel machen. Der eine Kreis geht durch die beiden Punkte der Sonnenwende. In dieſem Kreiſe befindet ſich die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn am längſten und kürzeſten Tage, dieſerwegen er auch den Nahmen **Kolur der Sonnenſtände** (colurus ſolſtitiorum, colure des ſolſtices) erhalten hat. Die Ebene dieſes Kreiſes iſt zugleich die Neigungsebene der Ekliptik gegen den Aequator. Der andere Kreis geht durch die Aequinoctialpunkte und heißt daher auch **Kolur der Nachtgleichen** (colurus aequinoctiorum, colure des équinoxes).

Kometen, Haarſterne, Schwanzſterne (cometae, ſtellae crinitae, comatae, caudatae, cométes) ſind Sterne, welche nur von Zeit zu Zeit oft ſehr unerwartet erſcheinen, und welche alle mit einem Schweiſe oder Dunſtſchein verſehen ſind. Sie ſind längſtens 6 bis 7 Monath ſichtbar, und haben außer der gemeinſchaftlichen Bewegung von Morgen gegen Abend noch eine eigene, aber ſehr unordentlich erſcheinende; ſie bewegen ſich nämlich theils im Thierkreiſe von Weſten gegen Oſten, theils gehen ſie durch andere Geſtirne hindurch, welche nicht zum Thierkreiſe gehören, theils nehmen ſie ihren Weg wider die Geſtirne im Thierkreiſe von Oſten gegen Weſten, und laufen auf dieſe Weiſe um den ganzen Himmel herum. Von ihrer erſten Sichtbarkeit an werden ſie immer größer, bis ſie nach der größten erlangten Größe wieder kleiner werden, und ſich endlich ganz verlieren. Man ſieht ſie immer im vollen Lichte, und ſelbſt wenn ſie bey der Sonne ſtehen, und der Rechnung gemäß zwiſchen der Sonne und der Erde ſich befinden; jedoch iſt aber alle Mahl diejenige Seite heller, welche der Sonne zugekehret iſt. In Anſehung des Lichtes iſt die Farbe bey mehreren Kometen auch verſchieden, bald gelblicher, bald röthlicher, bald weißlicher, aber nie ſo feurig und lebhaft als bey den Planeten. Der Schweif iſt alle Mahl der Sonne entgegen gekehret.

Wegen der unerwarteten Erſcheinung und des trüben fürchterlichen Anſehens, und beſonders wegen der oftmahls langen Schweife hatte man ſonſt die Kometen für unglückliche Vorbedeutungen angeſehen, als z. B. bevorſtehender Kriege, Theurung, Peſt u. d. g. Allein neuere Beobachtungen haben gelehret, daß ſie ſich nach ähnlichen Geſetzen, wie die Planeten um die Sonne bewegen.

Riccioli [α]), **Lubieniczi** [β]), **Hevel** [γ]) und andere haben Verzeichniſſe von mehr als 400 der in den Geſchichtbüchern angemerkten Kometen, welche vom 23ten Jahrhundert vor Chriſti Geburt bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts nach Chriſti Geburt erſchienen ſind, mit allen Erdichtungen und Unglücksgeſchichten geliefert, worunter aber nur die Bahnen von 10 und doch ziemlich unvollſtändig haben berechnet werden können. Man findet dieß Kometenverzeichniß ins Kurze zuſammengezogen im erſten Bande der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln von Seite 23 bis 34. Dieſe Verzeichniſſe zeigen augenſcheinlich, daß die Alten oft feurige Lufterſcheinungen für Kometen angeſehen haben. Nach dieſer Zeit ſind, außer wenigen, alle erſchienene Kometen berechnet worden.

Die Meinungen, welche die Alten von den Kometen hatten, findet man beym **Ariſtoteles** [δ]), **Plinius** [ε]), **Plutarch** [ζ]), **Gellius** [η]) u. a. Sie betrachteten nämlich die Kometen bloß als Meteore unſeres Luftkreiſes. Doch weiß man aber gewiß, daß die Philoſophen der pythagoriſchen Schule ſich bereits richtige Vorſtellungen von den Kometen gemacht haben, indem ſie ſelbige als himmliſche Körper hielten, die in regelmäßigen Bahnen ſich beſtändig fortbewegten, wie die Planeten. Keiner aber hat ſich von den Kometen

α) Almageſt. nov. Bonon. 1651. fol.
β) Theatrum cometicum. Amſt. 1667. fol. Lugd. Batav. 1681. fol.
γ) Cometographia. Gedani 1668. fol.
δ) Meteor. l. 6.
ε) Hiſtor. natur. II. 25.
ζ) De plac. philoſoph. III. 2.
η) Noct. Attic. XIV. 1.

ten erhabenere Begriffe gemacht, als Seneca [a]); er ſagt: cometas ſidera eſſe cum mundo duratura, quanquam legibus nondum compertis reguntur, haec tam occulta dies extrahet, ac longioris aeui diligentia, cui admirationi erit, haec veteres neſcire potuiſſe, poſtquam demonſtrauerit aliquis naturae interpres, in quibus coeli partibus cometae errent, quanti qualesque ſient. Nach dieſer Aeußerung iſt es um deſto mehr zu bewundern, wie nachher ſelbſt die berühmteſten Aſtronomen und Naturforſcher bis zu Anfange des achtzehnten Jahrhunderts die ungegründetſten Erklärungen über die Natur der Kometen haben geben können.

Tycho de Brache beobachtete zuerſt den ſcheinbaren Lauf des Kometen von 1577, und ſchloß aus ſeiner geringen Parallaxe, daß er von der Erde viel weiter als der Mond entfernet ſey. Die Bahn desſelben nahm er für einen Kreis um die Sonne an, hielt aber die Kometen als bald verſchwindende Körper [β]). **Kepler** [γ]) beobachtete den Kometen von 1618, und glaubte ſeinen Beobachtungen gemäß die Bahn desſelben geradlinig zwiſchen der Erde und Sonne hindurch anzunehmen. Uebrigens hält er die Kometen für Körper, die im Entſtehen begriffen ſind, und im Himmel, wie Fiſche im Meere, ſchwimmen, um den Raum auszufüllen, und legt ihnen nach ſeinem Hange zur Aſtrologie gewiſſe Vorbedeutungen bey. Dieſe ſeine Annahme von der geradlinigen Bahn der Kometen iſt von vielen nachherigen Aſtronomen beybehalten, und beſonders von **Wrenn**, **Auzout** und dem ältern **Caſſini** mit einigen geringen Abänderungen auf wirkliche Berechnungen angewendet worden. Es verfehlten alſo dieſe die Geſtalt der Kometenbahnen. **Hevel** kam der Wahrheit etwas näher, indem er ſetzte, daß die Kometen, welche er für irdiſche Theile aus andern Planeten anſah, aus denſelben nach einem gegen die Sonne ſich

α) Quaeſt. natural. VII. 13.
β) De mundi aetherei recentioribus phaenomenis. L. II. 1587.
γ) Libelli tres de cometis, aſtronomicus, phyſicus, aſtrologicus. Aug. Vindel. 1619. 4.

ſich krümmenden paraboliſchen Bogen im Weltraume fortgeworfen würden.

Der große Komete im Jahre 1680, welcher ein ſo allgemeines Schrecken verbreitete, ward zuerſt am 4. Novemb. von **Gottfried Kirch** in Coburg wahrgenommen. Er bewegte ſich mit Beſchleunigung, die am 30. November täglich 5° betrug, gerade zur Sonne hin, näherte ſich hierauf derſelben etwas langſamer, und erreichte ſie zu Anfange des Decembers. Am 22. December kam er wieder auf der andern Seite der Sonne zum Vorſchein, durchlief 5°, und nahm nach und nach an Geſchwindigkeit ab, bis er mitten im März des Jahres 1681 unſichtbar wurde. Die Ekliptik hatte er in zwey Punkten durchſchnitten, welche 98° von einander abſtanden. Nachdem er von der Sonne zurückkam, hatte ſein Schweif eine Länge von 70°. Die Erde hatte zu ſelbiger Zeit eine ſo bequeme Stellung, daß man ſeine Annäherung gegen die Sonne ſo wohl, als auch ſeine Rückkehr ſehr gut beobachten konnte. Dieſen Kometen hatte der Prediger zu Plauen im Voigtlande, **Georg Samuel Dörfel** *), vom 29. Novemb. bis zu Ende des Januars beobachtet. Er bewies, daß der erſchienene und zurückgegangene Komet ein und der nämliche ſey, und daß ſeine Bahn, ſo lange der Komet ſichtbar geweſen, eine Parabel ſey, in deren Brennpunkte die Sonne liege. Dieß iſt ohne Zweifel die erſte Entdeckung der wahren Geſtalt der Kometenbahnen, wenigſtens ihres ſichtbaren Theils. Dieſe von Dörfel aus Beobachtungen gezogenen Muthmaßungen wurden in kurzer Zeit darauf von **Newton** erwieſen, indem ſie nothwendige Folgen aus dem allgemeinen Syſtem der Gravitation und der Centralbewegungen waren. Nach dem allgemeinen Geſetz der Gravitation folgt, daß eigentlich die Kometenbahnen ebenfalls Ellipſen ſeyn müſſen, wie die Planetenbahnen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ſich befindet, weil ſonſt die Kometen nie zur Sonne wieder zurückkehren könnten,

*) Aſtronomiſche Betrachtung des Kometen, welcher A. 1680 und 1681 erſchien, von G. S. D. Plauen 1781. 4.

ten, nur weichen ſie vielmehr als die Bahnen der Planeten von der kreisförmigen Figur ab, und weil ihre Eccentricität ſehr groß iſt, ſo ſcheint der ſehr kleine Theil der Kometenbahn, welcher zu beyden Seiten der Sonne ſehr nahe iſt, in welchem Falle der Komet bey uns ſichtbar wird, parabolisch. Auch lehret die höhere Geometrie, daß die Parabel als eine Ellipſe betrachtet wird, deren große Axe unendlich groß iſt. Die Berechnungen, welche **Newton** bey der Annahme der Parabel des ſichtbaren Theils der Kometenbahn über den Kometen von 1680 angeſtellet hatte, trafen mit **Kirchs** und **Flamſteads** Beobachtungen ſo genau überein, daß gar kein Zweifel mehr zurückbleiben konnte. Beſonders merkwürdig hierbey war die große Nähe, in welcher der damahlige Komet bey der Sonne vorübergegangen war. Die kleinſte Entfernung desſelben von der Sonne betrug $\frac{1}{166}$ der Entfernung der Erde von der Sonne. Daraus berechnete **Newton**, aber nach eigenen Grundſätzen der Wärme, daß dieſer Komet die Sonnenhitze 28000 Mahl ſtärker als die Erde empfunden, oder daß die Erhitzung des Kometen die von einem glühenden Eiſen bey uns 2000 Mahl übertroffen habe. Allein wie hätte dieſer Komet die Gluth ertragen können, ohne ganz in Dämpfe aufgelöſet zu werden. Man war daher genöthiget, den Kern des Kometen von überaus großer Dichtigkeit anzunehmen, welches zugleich die Vermuthung noch mehr beſtärkte, daß die Kometen unvergängliche Körper ſeyn.

Halley *) unternahm es zuerſt, nach der newtoniſchen Theorie, aus geſammelten Beobachtungen die paraboliſchen Bahnen von 24 Kometen zu berechnen, die in den Jahren 1337 bis 1698 erſchienen, und brachte die berechneten Elemente der Bahnen in eine Tabelle. Hierbey fand **Halley**, daß unter den von ihm berechneten Kometen drey ſich befanden, nämlich die von den Jahren 1531, 1607 und 1682, welche faſt einerley Elemente hatten, und daß die Dauer der

*) Synopſis aſtronomiae cometicae; in philoſ. transact. 1705.

der Zwiſchenzeit ihrer Erſcheinung 75 bis 76 Jahre ſey, woraus er ſchloß, daß dieß wohl ein und derſelbe Komet ſeyn könnne. Hieraus verkündigte **Halley** die Wiederkunft dieſes Kometen auf das Jahr 1759. Dieſe in ihrer Art einzige Vorherſagung traf auch glücklich ein, und breitete über die Lehre der Kometen ein allgemeines Licht. Der Komet erſchien freylich ſpäter, als er Anfangs erwartet wurde, indem der letztere Umlauf desſelben 500 Tage länger dauerte, als der von 1607 und 1682. Allein die Aſtronomen haben durch Rechnung ſehr deutlich gezeiget, daß dieſe Verſpätung bloß der Anziehung des Jupiters und des Saturnus zu zuſchreiben ſey. Hiernach zu rechnen kann dieſer Komet um das Jahr 1834 wieder erwartet werden. Die Bahn dieſes Kometen (fig. 24.) a e p d a hat den Punkt p von der Sonne um 0,58 des Halbmeſſers der Erdbahn von der Sonne entfernet. Aus der Sonne betrachtet liegt p im 3° ♒. Die Ebene der Kometenbahn hat gegen die Ebene der Erdbahn eine Neigung von 18°, und ſchneidet ſich mit der letztern ſo, daß der aufſteigende Knoten aus der Sonne geſehen im 24° ♉ liegt. Der Lauf des Kometen geht nach der Ordnung der Buchſtaben a e p d a und läuft alſo rückwärts. So viel läßt ſich aus den Beobachtungen ſelbſt durch die paraboliſche Theorie finden. Allein dadurch wird nichts über die Größe der Bahn beſtimmt; weil die Parabel nicht wieder in ſich ſelbſt zurückkommt, ſo ſollte auch ſelbſt der Komet nicht wieder zurückkehren, mithin a ins Unendliche hinaus fallen. Wegen ſeiner mehrmahligen Erſcheinung kann aber ſeine Bahn keine Parabel, ſondern ſie muß vielmehr eine Ellipſe ſeyn. Nach **de la Lande** iſt die Umlaufszeit dieſes Kometen 28070 Tage. Vergleichet man hiermit die Umlaufszeit der Erde, und nimmt deren mittleren Abſtand von der Sonne = 1 an, ſo läßt ſich nach der dritten kepleriſchen Regel (m. ſ. **kepleriſche Geſetze**) die mittlere Entfernung dieſes Kometen von der Sonne finden. Man hat nämlich $365{,}25^2 : 28070^2 = 1^3 : ca^3$, mithin $ca = \sqrt[3]{\left(\frac{28070}{365{,}25}\right)^2} = 18{,}07$, alſo

alſo a p = 36,14, hiervon ſp = 0,58 abgezogen läßt, ſa = 35,56 übrig, woraus ſich nach der Theorie der Ellipſe die halbe kleine Axe c g = 4,54 ergibt. Es iſt alſo die Bahn dieſes Kometen 4 Mahl ſo lang als breit; er kommt der Sonne in p, 61 Mahl näher als in a, läuft aber auch in p 61 Mahl geſchwinder als in a, und entfernet ſich im letztern Punkte über $3\frac{1}{2}$ Mahl weiter als der Saturn von der Sonne.

Aehnliche Muthmaßungen von der Wiedererſcheinung eines andern Kometen erlaubte ſich **Halley**, nämlich den von 1532 und 1661, welcher im Jahre 1790 vermöge der Beobachtungen des **Apian** und **Hevel** wieder kommen ſollte. Allein es iſt dieſe Vorherſagung nicht zugetroffen, wie ſchon Herr D. **Olbers** *) und der Herr **von Zach** †) vorausgeſaget haben. Es waren nämlich die vom **Apian** im ſechszehnten Jahrhunderte mit ſehr unvollkommenen Inſtrumenten gemachten Beobachtungen ſo unſicher, daß ſchon im voraus zu vermuthen war, daß die Vorherſagung nicht zutreffen würde.

Endlich beſtimmte auch **Halley** noch die Wiederkunft des größten von allen jemahls geſehenen Kometen, welcher zuletzt 1680 ſichtbar war, und der Erde am nächſten kommt, auf das Jahr 2254. Er glaubte, daß dieſer Komet 46 Jahre vor Chriſti Geburt gleich nach dem Tode des Julius Cäſar und um die Zeit der Sündfluth erſchienen ſeyn müſſe. Dieſen Kometen hielt er für die Urſache der Sündfluth, welchen Gedanken **Whiſton** noch weiter ausgeführet hat. M. ſ. **Erdkugel**.

Newton's Theorie des Kometenlaufes iſt durch alle nachher erſchienene Kometen völlig beſtätiget worden. Der Komet von 1769 wurde im Anfange des Auguſt's vom Herrn **Meſſier** entdeckt, und ließ ſich im Auguſt und September in den Stunden nach Mitternacht ſehen. Er zeigte ſich um den 10. September am größten und mit einem Schweife von 40°. Gegen Ende des Septembers wurde er in der Mor-

 genröthe

*) Leipz. mathemat. Magazin 1787. St. IV. S. 430.
†) Gothaiſche gelehrte Zeitungen 1788. St. 92.

genröthe unſichtbar, und ging zur Sonne. Den 7. October war er derſelben nach der Rechnung am nächſten. So wie ſich der Komet nachher wieder an der andern Seite von der Sonne entfernte, wurde er im November des Abends in Weſten nur ſehr klein geſehen. Endlich verſchwand er noch in dieſem Monath ganz. Der Komet von 1773 wurde nur durch Fernröhre bemerket, indem er ziemlich weit von der Erde entfernet blieb. Herr **Meſſier** entdeckte denſelben am 11. October und Herr **Bode** fand ihn zu Berlin am 12. November nahe über dem hellen Stern am Schwanz des Löwen. Von einem Schweiſe waren bey dieſem Kometen nur ſchwache Spuren zu bemerken.

Die erſte umſtändliche Anleitung, aus drey Beobachtungen des Kometen die Elemente des paraboliſchen Theils ſeiner ſichtbaren Bahn zu finden, hat **Newton** α) gegeben. **Euler** β) hat dieſe Rechnung erleichtert, und gewieſen, wie man ſelbſt die Ellipſe beſtimmen könnte, wenn man die Beobachtungen ſicher genug hierzu hält. Einen noch leichtern Weg durch Zeichnung hat **Lambert** γ) gegeben. Die königl. preuß. Akad. d. W. gab für 1774: Verbeſſerung und bequemere Einrichtung der Berechnung der Kometenbahnen, als eine Preisfrage auf, der Preis iſt 1778 Herrn **Tempelhof** zuerkannt worden. Ein vorzügliches Werk über die Kometenlehre, iſt die Cometographie vom Herrn **Pingré** δ). Auch in England hat **Sir Henry Englefield** ε) zwey der beſten Rechnungsmethoden mit Tafeln und Beyſpielen zum Unterrichte ſeiner Landsleute bekannt gemacht.

Auch hat Herr **Bode** ζ) die bis 1774 bekannt gewordenen Elemente der Kometenbahnen von 63 Kometen mitgetheilet

α) Princip. lib. III. propoſ. 41.
β) Theoria motus planetarum et cometarum. Berol. 1744. 4.
γ) Inſigniores orbitae cometar. proprietat. 1761.
δ) Cometographie à Paris 1785. II Vol. 4.
ε) On the determination of the Orbits of Comets according to the methods of Father *Boſcowich* and Mr. *de la Place*, with new and complete tables and examples. London 1793. 4.
ζ) Erläuterung der Sternkunde. Th. II. §. 605.

theilet, und zugleich nach **Prosperins** [α]) Berechnung beygefüget, wie nahe ein jeder der Erde höchſtens kommen könne. So findet man auch die Elemente von 69 bekannten Kometenbahnen in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln [β]). Die Anzahl der Kometen hatte ſich bis zum Jahre 1785 ſchon auf 72 vermehret. Herr **Bode** [γ]) hat über die Lage und Vertheilung derſelben Betrachtungen angeſtellet, deren deutſcher Ueberſetzung eine große Charte beygefüget iſt, auf welcher dieſe 72 Bahnen mit allen beſtimmenden Umſtänden in den gehörigen Verhältniſſen gezeichnet ſind. Nach Herrn Hofr. **Lichtenberg** zählte man bis zum Auguſt 1794 ſchon 80 berechnete Kometen. Den letzten hat **Miß Caroline Herſchel** am 15. Dec. 1791 in der Eidexe entdecket, welcher von dem Herrn **von Zach** [δ]) iſt berechnet worden. Noch findet man in der Connoiſſance de temps für 1795 unter den Additions Nr. 6. Beobachtungen eines Kometen von 1793, welches alſo der 81ſte berechnete iſt. Es iſt aber wohl höchſt wahrſcheinlich, daß es noch weit mehrere Kometen gebe, die wir weder durch bloße Augen noch durch Fernröhre entdecken können, indem wir nur die bemerken, welche unſerer Erde nahe kommen. **Lambert** [ε]) bringt nach einem ſehr mäßigen Ueberſchlage die Anzahl der zu unſerem Syſtem gehörigen Kometen bis an 4000.

Die Kometen bewegen ſich in ihren Bahnen nach allen nur möglichen Richtungen, und durchkreuzen die Planetenbahnen nach allen Seiten, und beweiſen daher augenſcheinlich, wie unſtatthaft die von den Alten angenommenen durchſichtigen Sphären und die Wirbel des **Carteſius** ſind; ſie geben vielmehr dem copernikaniſchen Syſteme und der new-

α) De inueniendis punctis proximis parabolae et circuli circa eund. foc. deſcript. Vpſal. 1733.

β) Beſtimmungsſtücke der Bahn aller bisher berechneten Kometen in den Sammlung. aſtronom. Tafeln. Berlin 1776. gr. 8. B. I. S. 36—41.

γ) Mém. de Berlin 1786. 1787. Allgemeine Unterſuchungen über die Lage und Austheilung aller bisher berechneten Planeten- und Kometenbahnen. Berlin 1791. gr. 8.

δ) Bode aſtronomiſches Jahrbuch für 1796. S. 147.

ε) Kosmologiſche Briefe. Augſb. 1761. 8.

toniſchen Theorie eine größere Feſtigkeit, und zeigen, daß die anziehende Kraft der Sonne nach allen möglichen Richtungen hin wirkſam iſt.

Ueber die Natur und Beſchaffenheit der Kometen haben die Naturforſcher aller Zeiten verſchiedene Meinungen gehabt. Ueberhaupt läßt ſich hiervon gar nichts Beſtimmtes ſagen. Das, was die Beobachtungen lehren, iſt Folgendes: mehrentheils beſtehen die Kometen aus dem **Kopf** und **Schweif**; durch Fernröhre betrachtet hat jener einen dichten Kern, und um denſelben eine merkliche Atmoſphäre. Der Schweif iſt jeder Zeit von der Sonne abwärts gekehret, und folgt daher dem Kopfe nach, wenn der Komet zur Sonne gehet, und gehet voran, wenn er wieder zurückkommt. Wenn der Komet ſich der Sonne nähert, ſo ſieht man den Kern an dieſer Seite ſeine Rundung verlieren, und ſich gleichſam in Dunſt auflöſen, welcher die Atmoſphäre vergrößert, um den Kern auf beiden Seiten herumgehet, und den Schweif verlängert. Oft ſcheint der Kern ſo aufgelöſet, daß man gar keinen Kopf unterſcheidet. In dem von 1788 konnte Herr **Herſchel** α) durch die ſtärkſten Vergrößerungen keinen entdecken, ob er ihn gleich hätte wahrnehmen müſſen, wenn er auch nur 1″ im Durchmeſſer gehabt hätte. Sehr verändert erſcheinet der Komet, wenn er von der Sonne wieder zurückkömmt; der Kern iſt faſt ganz verſchwunden, und alles iſt dichte Atmoſphäre und Schweif; letzterer ſehr verlängert, wenn dieß die Stellung der Erde zu ſehen verſtattet. Die Abbildungen, welche **Heinſius** β) nach ſeinen Beobachtungen durch ein gutes Spiegelteleſkop geliefert hat, zeigen augenſcheinlich die Entſtehung der Atmoſphäre und des Schweifes aus der Auflöſung der Materie des Kerns. Der Schweif iſt alle Zeit ſo dünn und leuchtend, daß man dadurch die Fixſterne ſehen kann.

Dem zufolge läßt ſich vermuthen, daß die Kometen aus Materie beſtehen, welche durch die Einwirkung der Sonne in

α) Philoſoph. transact. Vol. LXXIX. P. II.

β) Beſchreibung des 1744. erſchienenen Kometen. St. Petersburg 1744. 4.

in Dünſte aufgelöſet wird, welche in dem viele Millionen Meilen langen Schweife fortgetrieben werden. In großen Entfernungen von der Sonne können vielleicht dieſe Theile wieder auf die Kometen zurückfallen, und ſelbige ohne Schweif und Nebel erſcheinen. Herr Hofr. **Lichtenberg** [α]) hat ſchon längſt vermuthet, daß die Kometen entweder nur Nebel ſind, welche uns um die Mitte dichter erſcheinen müſſen, oder doch zuletzt zu ſolchen Nebeln werden. Auch läßt ſich ihre völlige Erleuchtung, wenn auch ihre Materie an ſich dunkel iſt, wegen der Feinheit ſehr leicht begreifen, ohne ſie nach Herrn **Bodes** Vermuthung für phosphoriſch oder elektriſch zu halten.

Newton, Halley, Whiſton u. a. nehmen die Einwirkung der Sonne auf die Kometen für Erhitzung, und die Schweife für Waſſerdämpfe an; **Iſaak Voſſius** [β]) hingegen hielt die Kometen für brennend, und den Schweif für die Flamme. **Mairan** [γ]) vermuthet, daß die Schweife aus dem Zodiakallichte, welches er für die Sonnenatmoſphäre annimmt, beſtehen, welches die Kometen an ſich nehmen, indem ſie ſich der Sonne nähern, und welches der Stoß der Sonnenſtrahlen von denſelben abwärts treibt. Herrn **Bode** ſcheint folgende Hypotheſe über die Natur der Kometen und der Entſtehung der Schweife am wahrſcheinlichſten: die Sonne iſt kein wirkliches Feuer, ſondern ein in der Lichtmaterie vom Schöpfer eingehüllter planetiſcher Körper, der alle Planeten und Kometen bis zu den entlegenſten Grenzen ſeines Gebietes nach dem Verhältniſſe vom Quadrate ihrer Abſtände Licht ertheilet; hingegen bloß vermittelſt der ihren verſchiedenen Entfernungen von denſelben angemeſſenen ſpecifiſchen Beſtandtheilen und Atmoſphären auf ihren Oberflächen bedürfnißmäßige Wärme hervorbringt. Die Wirkungen der Sonne müſſen auf einen jeden Planeten faſt gleichförmig ſeyn, welche hingegen auf den Kometen ſehr große Abän-

α) Lichtenbergs Anmerk. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre. 6te Aufl. 1794. §. 644 — 646.
β) De natura lucis. Amſt. 1662. 4.
γ) Traité de l'aurore boréale. à Paris 1732. 1754. 4.

Abänderungen leiden, weil dieſe in ſehr gedehnten Bahnen aus einer ungemeſſenen Ferne zuweilen tief zur Sonne herabkommen. Bey dieſer ſchnellen Annäherung reißen ſich überall von denſelben gewiſſe Theile los, die in den entlegenen Gegenden ihrer Bahnen einen unentbehrlichen Nutzen verſchafften, auch vielleicht zur Hervorbringung der benöthigten Wärme erfordert wurden, und nun bey einem ungemein ſtärkern Einfluß der Sonne überflüſſig ſind, woraus der ſich um den Kometen zeigende Nebel entſteht. Dieſe Theile werden daher überhaupt ihrer Natur nach der nahen Sonne fliehen, ſich größtentheils derſelben gegenüber anſammeln, und hinter den Kometen bis zu ſehr anſehnlichen Weiten der Länge nach hinziehen, und den Schweif formiren, welcher daher den Kometen folget, wenn er zur Sonne eilet, hingegen vor demſelben hergehet, wenn er von der Sonne zurückkommt.

Zuletzt iſt noch die Frage zu berühren, ob nicht die Kometen bey einer großen Annäherung gegen die Erde verwüſtende Wirkungen auf derſelben anrichten könnten? Nach der newtoniſchen Theorie von der anziehenden Kraft der Himmelskörper unter einander läßt ſich dieſes allerdings erwarten. Die Beſorgniſſe aber, welche **Heyn** [α]) und **de la Lande** [β]) dem menſchlichen Geſchlechte verurſachten, hat vorzüglich **Euler** [γ]) durch genauere Berechnungen entkräftet. Und wenn nach den Aeußerungen eines **la Place** [δ]) ein Zuſammenſtoßen zweyer in Anſehung der Unermeßlichkeit des Raumes, worin ſie ſich bewegen, ſo kleine Körper veranlaſſet werden ſollte, ſo wäre ein ſo außerordentlicher Zufall erforderlich, daß man in dieſer Hinſicht keine Furcht für vernünftig halten könne. Indeß kann die geringe Wahrſcheinlichkeit eines ſolchen Zuſammenſtoßens, wenn ſie viele Jahrhunderte hinter einander ſich anhäufet, ſehr groß werden.

α) Verſuch einer Betrachtung über Kometen, Sündfluth ꝛc. 1742. 8.
β) Reflexions ſur les cométes à Paris 1773. 4.
γ) De periculo a nimia appropinquatione cometae metuendo; in nov. comment. Petrop. Tom. XIX. no. I.
δ) Darſtellung des Weltſyſtems, a. d. Franz. von Hauff. Th. II. Frankf. am Mayn 1797. 8. S. 63. u. f.

den. Es iſt leicht, die Wirkungen eines ſolchen Stoßes auf der Erde ſich vorzuſtellen. Veränderung der Axe und Umdrehungsbewegung der Erde, Austreten der Meere aus ihren vorigen Ufern, um ſich gegen den neuen Aequator hinzuſtürzen, Erſäufung eines großen Theils der Menſchen und Thiere in dieſer allgemeinen Ueberſchwemmung oder Zerſtörung derſelben durch die der Erdkugel beygebrachte gewaltſame Erſchütterung, Vernichtung ganzer Gattungen, Zertrümmerungen aller Denkmähler des menſchlichen Kunſtfleißes, dieß iſt die Reihe der Unglücksfälle, die der Stoß eines Kometen verurſachen müſſe. Man ſieht alsdann, warum das Weltmeer die hohen Berge wieder bedeckt, auf welchen es unwiderlegbare Merkmahle ſeiner Anweſenheit zurückgelaſſen hat; man ſieht, warum die Thiere und Pflanzen der mittägigen Gegenden in den nördlichen Klimaten vorhanden ſeyn konnten, wo man noch ihren Nachlaß und ihre Abdrücke antrifft; endlich erkläret man noch daraus die Neuheit der moraliſchen Welt, deren Denkmähler nicht leicht über dreytauſend Jahre hinaufſteigen. Das Menſchengeſchlecht auf eine ſehr kleine Anzahl von Individuen heruntergebracht, und in den kläglichſten Zuſtand verſetzt, war ſchon lange Zeit einzig mit der Sorge für ſeine Erhaltung beſchäftiget, und mußte das Andenken an Wiſſenſchaften und Künſte gänzlich verlieren; und wenn die Fortſchritte der Verfeinerung das Bedürfniß derſelben aufs neue fühlbar machten, ſo mußte es in allen wieder von vorne anfangen, als ob die Menſchen ganz neuerlich auf die Erde wären verſetzet worden.

Wie es ſich nun auch mit dieſer von einigen Philoſophen angegebenen Urſache von dieſen Erſcheinungen verhalten mag, ſo kann man doch während der kurzen Lebenszeit wegen einer ſo furchtbaren Begebenheit vollkommen ſich beruhigen. Im Falle der größten Möglichkeit ſolcher Ereigniſſe müßte nämlich der eine oder andere Knoten der Kometenbahn genau in der Erdbahn liegen, und der Komet gerade in dem Augenblicke, da die Erde in dieſem Punkte ankommt, durch denſelben gehen. Beyde Bedingungen mögen aber wohl in den

nächſten hundert tauſend Jahren nicht zuſammentreffen. Fürs erſte iſt noch kein Komet bekannt, deſſen Knoten in der Erdbahn läge, und obgleich unter den bekannten Kometen der von 1680 der Erde am gefährlichſten iſt, weil er derſelben unter allen am nächſten kommt; ſo bleibt er doch in ſeiner größten Nähe noch $\frac{5}{1000}$ von dem Abſtand der Sonne von der Erde = 100000 Meilen, oder noch ein Mahl ſo weit als der Mond, von uns, wobey er allenfalls, wenn er viel größer als unſer Mond iſt, durch die Wirkung der Gravitation eine ſtärkere Ebbe und Fluth zu Wege bringen, auch die Erde etwas aus ihrer Bahn ziehen könnte, welche Wirkung aber nicht lange dauern würde, weil Erde und Komet bey ihrer ſchnellen Bewegung in wenigen Stunden ſchon viele tauſend Meilen von einander entfernet ſind. Dann braucht auch dieſer große Komet 575 Jahr zu ſeinem Umlaufe, und die Erde kann bey ſeiner ſpäten Wiederkunft jedes Mahl in andern Punkten ihrer Bahn ſeyn, wo die Gefahr nicht Statt findet; ſetzte man dieſe Punkte um einen Tag von einander, ſo iſt erſt nach 365 Umläufen des Kometen, oder nach mehr als 200000 Jahren wieder die Wahrſcheinlichkeit da, daß die Erde mit dieſem Kometen am nächſten zuſammenkommen werde. Die andern uns bekannten Kometen ſind nicht ſo groß oder kommen unſerer Erde nie ſo nahe, als der von 1680. Es ſind daher die angezeigten Gefahren nur leere Eindrücke der Furcht, für die der Menſch ſo empfänglich iſt.

M. ſ. *Montucla* hiſtoire des mathematiques. T. II. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik, §. 503 f. **De la Lande** aſtronomiſches Handbuch. Leipz. 1775. gr. 8. S. 577 f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Th. II. §. 693 f. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft durch **Lichtenberg**. Götting. 1794. §. 644 — 646.

Kosmiſch (coſmicus, coſmique) heißt das, was ſich auf die Welt bezieht. So ſagt man ein Stern **gehe der Welt auf** (coſmice oritur), wenn er mit der Sonne zugleich aufgehet, und **gehe der Welt unter**, wenn er mit

mit dem Aufgange der Sonne untergehet. M. ſ. **Aufgang der Geſtirne nach dem Sinne der alten Dichter.**

Kosmogonie (cosmogonia, cosmogonie) iſt die Lehre von der Entſtehung und Bildung der Körperwelt. Es iſt ſchon unter dem Artikel, **Erdkugel**, gezeiget worden, welchen Schwierigkeiten man ſich ausſetzet, nur einige wahrſcheinliche Gründe über die Entſtehung und Bildung des unendlich kleinen Theils, ich meine, unſerer Erde, in dem Weltall anzugeben. Es würde daher nur Vermeſſenheit ſeyn, in die Bildung des unermeßlichen Ganzen nur einen Blick thun zu wollen.

Kosmographie (cosmographia, cosmographie) iſt die Beſchreibung der Welt und ihrer Haupttheile. Sie enthält die Aſtronomie und Geographie als zwey beſondere Abſchnitte, wiewohl auch einige unter der Kosmographie nur die Geographie verſtehen.

Kosmologie (cosmologia, cosmologie) iſt die Lehre von den allgemeinen Geſetzen der materiellen Welt und ihren Haupttheilen. Sie enthält außer der Aſtronomie und Geographie noch die allgemeine Naturlehre. Es muß alſo in ihr alles das vorgetragen werden, was überhaupt in der Körperwelt den allgemeinen unveränderlichen Geſetzen unterworfen iſt; mithin gehört auch ſelbſt hierher der erſte oder metaphyſiſche Theil der Naturwiſſenſchaft, in welchem über das Weſen der Materie überhaupt philoſophiſche Unterſuchungen angeſtellet werden müſſen; denn auf dieſen muß ſich zuletzt die ganze lebende materielle Natur gründen.

Maupertuis *) ſtellet in ſeiner Kosmologie Unterſuchungen über die aus der Betrachtung der Natur hergenommenen Beweiſe für das Daſeyn Gottes an, leitet aus deſſen Eigenſchaften ſein allgemeines Naturgeſetz der kleinſten Wirkung, und aus dieſem die allgemeinen Geſetze der Bewegung her. Zuletzt gibt er noch eine Beſchreibung von dem Weltgebäude

*) Eſſai de coſmologie; in d. *oeuvres de Maupertuis* à Lyon 1768. IV Tom. 8 maj. Tom. I.

gebäude überhaupt. **Wiedeburg** [α]) trägt unter dem Nahmen Koſmologie einen Auszug aus der allgemeinen Naturlehre, die gemeinnützige Sternkunde und die Erdbeſchreibung vor. **Wünſch** [β]) ertheilet in ſeinen koſmologiſchen Briefen Unterricht von den Himmelskörpern, der Erdkugel, den vorzüglichſten Lehren der Phyſik und von den Menſchen.

Kraft (vis, force) iſt die Urſache der Veränderungen, die wir an den Körpern wahrnehmen. Die ganze lebende Natur überzeuget uns, daß alle Veränderungen der Körper durch Bewegungen erfolgen; daher auch die Bewegung als die wichtigſte Erſcheinung betrachtet wird. Die mechaniſche Phyſik iſt nicht vermögend, einen Grund von der erſten Entſtehung der Bewegung anzugeben, und iſt mithin ſchlechterdings genöthiget, die Urſache derſelben in dem höchſten Weſen zu ſuchen. Denn nach dieſer iſt alle Materie todt und muß erſt von außen her beweget werden. Daher denn auch die meiſten Atomiſtiker offenherzig geſtehen, daß der Ausdruck Kraft nur ein Nahme ſey, um damit die Urſache zu bezeichnen, obgleich ihre Natur ein unerforſchliches Geheimniß bleibe. Hätten wir nämlich irgend einen ruhenden Körper in Bewegung, und einen bewegten in Ruhe verſetzt, ſo empfänden wir in uns etwas, was die Urſache dieſer Wirkung ſey, und welches wir mit dem Nahmen Kraft belegten. Nähmen wir nun bey andern Körpern ohne unſer Zuthun Veränderungen gewahr, ſo wären wir auch geneigt zu glauben, daß außer uns eine Urſache davon, eine Kraft liege, ob man gleich nicht angeben könne, wo dieſe Urſache herrühre. So ſind Zurückſtoßung und Anziehung Phänomene, welche zwar Urſachen, Kräfte vorausſetzen, die aber das atomiſtiſche Syſtem anzugeben nicht vermag.

Nach der dynamiſchen Lehre liegt der Grund aller Bewegungen in der materiellen Natur ſelbſt, indem ſie entweder

α) Einleitung in die phyſiſch - mathematiſche Koſmologie. Gotha, 1776. 8.

β) Koſmologiſche Unterhaltungen. Leipz. 1778 — 1780. III Bände 8.

der durch zurückſtoßende oder anziehende Kraft, welche Kräfte erſt Materie möglich machen, bewirket wird. Wirkt eine Kraft von außen her auf einen Körper, wie z. B. die Schwere, der Stoß u. ſ. f. ſo iſt man hiernach im Stande einen Grund von der Mittheilung der Bewegung anzugeben, den man nach der atomiſtiſchen Lehre nicht finden kann. Um übrigens hier keine Wiederhohlungen zu machen, verweiſe ich auf den Artikel, **Grundkräfte**.

Die wirkende Urſache muß alle Mahl der Wirkung proportional ſeyn; daher finden wir die Größe der angewandten Kraft aus der Größe ihrer Wirkung. So iſt eine Kraft doppelt ſo groß, als eine andere, wenn ſie unter ſonſt gleichen Umſtänden eine doppelt ſo große Wirkung hervorbringt, als die andere. Die Größe der Bewegung bewegter Körper hängt nicht allein von ihrer Geſchwindigkeit, ſondern auch von der Maſſe ab, und wird durch das Produkt der Maſſe M in die Geſchwindigkeit C oder durch MC ausgedruckt. Dieß veranlaßte **Carteſius**, dieſes Produkt als das Maß der Kräfte anzunehmen. Von dem Streite, welcher über das Kräftenmaß entſtanden iſt, ſoll nachher das Nöthigſte angeführet werden.

Abſolute Kraft (vis abſoluta, force abſolue) heißt diejenige, welche in einem Körper ſtetig und gleich ſtark wirkt, er mag in Ruhe oder in Bewegung ſich befinden. Die Schwere iſt eine ſolche Kraft, indem dieſe beſtändig auf den Körper wirkt, er ſey in Ruhe oder Bewegung. Wird ein ſolcher Körper durch irgend ein Hinderniß aufgehalten, ſo iſt die Wirkung der auf ihn beſtändig fortwirkenden Kraft, ein ununterbrochener Druck; wenn er hingegen frey iſt, eine beſchleunigte Bewegung. M. ſ. **Beſchleunigung**. Man hat ſich aber hier wohl zu hüten, weder der Kraft noch dem Körper, auf welchen ſie ſtetig wirket, zu viel beyzulegen; denn alsdann würden daraus Geſetze folgen, die zu vielen Fehlſchlüſſen leiteten. In dieſe Fehler fielen die Herrn **Gren** und **Gehler**. Es iſt wohl zu bemerken, daß Verminderung der Kraft nur alsdann Statt findet, wenn Kräfte ein-

einander entgegengeſetzet ſind, und daß alsdann Bewegung nur nach der größern wirkenden Kraft erfolgen könne. Herr **Gren** behauptet, eine bloß träge Materie, d. h. eine ſolche, die keine innere Beſtimmungen und Beſtimmungsgründe hat, ſich ſelbſt zu beſtimmen, vermindere die Kraft, die auf ſie wirket, nicht, und ſchätzt daher die Größe der Kraft, die einen trägen Körper von außen her zur Bewegung antreibet, bloß aus der Beſchleunigung, ohne Rückſicht auf die Quantität der Materie zu nehmen. Es ſoll alſo ein und dieſelbe Kraft eben dieſelbe Geſchwindigkeit erzeugen, ſie mag eine unendlich große oder eine unendlich kleine Maſſe bewegen. Dagegen erinnert Herr **Gehler**, es werde hier offenbar der Kraft zu viel beygeleget. Man habe bisher angenommen, tauſend Atome bewegen ſey tauſend Mahl mehr, als einen Atom gleich ſchnell bewegen, und hierauf ſey unſere ganze Mechanik gegründet.

Weiter behauptet Herr **Gren**, eine Verwendung der Kraft ſey nur bey widerſtehenden Maſſen, d. h. bey ſolchen, die von inhärirenden Kräften ſollicitiret werden, erforderlich; denn nur alsdann ſey Widerſtand da, und Trägheit allein widerſtehe gar nicht. Dagegen ſagt Herr **Gehler**: es ſey hier ebenfalls den inhärirenden Kräften, ſo wie vorhin den außen wirkenden, zu viel beygeleget. Nach Herrn **Gren** ſolle die Materie, der bewegende Kräfte inhäriren, in jeder Richtung, die nicht mit der Richtung der inhärirenden Kraft zuſammenfalle, widerſtehen, und die zu ihrer Bewegung angewandte Kraft vermindern. Hier werde Widerſtand mit der Zuſammenſetzung der Kräfte verwechſelt, welche mannigmahl freylich einander vermindern, wenn ſie ſich ganz oder zum Theil entgegengeſetzet ſind, mannigmahl aber auch ſich vermehren, oder zu einer Summe ſich verbinden, wenn ſie conſpirirende Theile haben. Herr **Gren** unterſcheide auch hierbey wieder nicht, ob die inhärirende Kraft frey wirke, oder ob ſie ſchon mit etwas Anderen beſchäftiget und im Gleichgewicht ſey. Ihm bleibe die Kugel eine widerſtehende Maſſe, wenn gleich ihr Gewicht von der Tafel, auf welcher ſie ruhe,

getra-

getragen werde. Er laſſe alſo die Schwere zwey Mahl wirken, ein Mahl um Druck auf die Tafel, das andere Mahl um Widerſtand gegen das, was ſie bewegen ſoll, hervorzubringen. Herr **Gehler** nimmt nämlich an, die ſchwere Kugel auf einer wagrechten Tafel drucke in jedem Zeittheile mit ihrem Gewichte, das den Widerſtand der Tafel gerade aufhebe. Weiter könne die Schwerkraft der Kugel nichts wirken, und für alles andere, wenn nur dadurch das Gleichgewicht mit der Tafel nicht geſtöret werde, verhalte ſich die Kugel, als wäre ſie nicht ſchwer.

Meiner Meinung nach haben beide geirrt, und Herr **Gren** ſcheint ſeinen Irrthum in der neueſten Ausgabe des Grundriſſes der Naturlehre nicht eingeſehen zu haben. Er ſagt, es ſey hier nur von einer im Abſtracto genommenen Materie die Rede, die bloß als beweglich und ohne die in der Wirklichkeit damit verbundene ſtetige Kraft der Schwere als auf ſie wirkend gedacht werde. Der Irrthum des Herrn **Gren** liegt meiner Meinung nach im Folgenden: 1) hat er keinen gehörigen Unterſchied gemacht zwiſchen Materie phoronomiſch betrachtet, und Materie mechaniſch betrachtet; im erſten Falle kann die Materie auch als ein Punkt angeſehen werden, und man hat es bloß mit der Beweglichkeit, und was daraus folget, zu thun, ohne darauf zu ſehen, welche Eigenſchaften der Materie zukommen; im andern Falle hingegen ſieht man zugleich auf die der Materie zukommenden Eigenſchaften, welche durch irgend eine Kraft aus ihrem Orte vertrieben und ſelbſt in Bewegung geſetzet werden ſoll. Erſt in dem letztern Falle kann das Geſetz der Trägheit Statt finden, im erſtern aber nicht. Wer ſieht aber nicht, daß hier auf die Maſſe oder auf die Quantität der Materie, die durch äußere Kraft beweget werden ſoll, Rückſicht genommen werden müſſe; deſſen ungeachtet aber behaupte ich nicht, wie Herr **Gehler** und die Atomiſtiker überhaupt thun, daß die Trägheit der Materie ein Hinderniß ihrer Bewegung, und daß folglich die Trägheit der Maſſe proportional ſey. 2) Hat Herr **Gren**, ſo wie überhaupt die meiſten

Natur-

Naturforſcher eine unrichtige Vorſtellung von der Schwere; er nimmt nämlich an, die Schwere liege in dem bewegten Körper ſelbſt, und es könne daher Materie geben, die bloß trägt nicht ſchwer wäre, da doch die Schwere als eine äußere Kraft auf Körper wirkt. So iſt ein Körper gegen unſere Erde ſchwer, weil die anziehende Kraft der Erde ſelbigen gegen den Mittelpunkt zu treiben ſtrebet. Man kann daher eigentlich die Materie nicht in bloß träge und widerſtehende eintheilen (m. ſ. **Gegenwirkung**); denn alle Materie übt gegen einander Anziehung aus, und die eine Materie bewegt ſich mit beſchleunigter Geſchwindigkeit gegen die von größerer Anziehung hin, und iſt folglich gegen dieſe Materie ſchwer.

Der Irrthum, welchen Herr **Gehler** begangen hat, liegt nach meinem Urtheile darin, daß er der Trägheit der Körper zu viel beyleget, wie die Atomiſtiker überhaupt thun, und die Schwere ebenfalls als eine dem bewegten Körper eigene Kraft anſiehet, die ſogleich verwendet wird, wenn der Körper auf einer wagrechten Tafel lieget, da alsdann der Körper nicht mehr als ſchwer, ſondern bloß als träge zu betrachten wäre.

Nach meinem Erachten hat es mit dieſer Sache folgende Bewandtniß: jeder wirklich vorhandene Körper iſt träg, d. h. er hat ſchlechthin keine innern Beſtimmungen, ſich von ſelbſt zu verändern. Soll er alſo, wenn er in Ruhe iſt, beweget werden, ſo muß eine Kraft von außen auf ihn wirken; iſt er aber ein Mahl bewegt, ſo kann die Trägheit eines im Wege liegenden Körpers gar kein Grund ſeyn, dem ankommenden Körper Widerſtand zu thun, ſondern es wird nothwendig eine Kraft erfordert, die der bewegenden Kraft des bewegten Körpers entgegengeſetzt iſt. Geſetzt nun, ein Körper ſey ſich ſelbſt frey überlaſſen, ſo wird er von der anziehenden Kraft der Erde ſtetig angezogen, und muß ſich folglich gegen dieſelbe mit beſchleunigter Geſchwindigkeit hinbewegen. Da aber die anziehende Kraft alle Materie des Körpers afficirt, ſo ſieht man leicht, daß bey der Schätzung der Größe der Bewegung nicht allein auf die Geſchwindig-

keit

keit, ſondern auch auf die Maſſe Rückſicht genommen werden müſſe. Wird der Körper von einer wagrechten Tafel gehalten, ſo kann ſich zwar derſelbe wegen dieſes Hinderniſſes nicht weiter gegen den Mittelpunkt der Erde bewegen; allein deſſen ungeachtet hört die anziehende Kraft der Erde nicht auf, auf ihn zu wirken, mithin iſt die Schwere durch den Druck auf der Tafel keinesweges verwendet, wie Herr **Gehler** glaubt, und er muß immer noch ſchwer gegen die Erde betrachtet werden, ſo wie der Mond gegen die Erde ſchwer bleibet, ob er gleich durch ein Hinderniß, nämlich durch die anziehende Kraft der Sonne abgehalten wird, ſich wirklich gegen die Erde zu bewegen. Wenn daher der Körper auf der Tafel durch eine Kraft nach einer andern Richtung als die der Schwere zur Bewegung angetrieben wird, ſo widerſteht er nicht wegen der Trägheit, ſondern wegen der entgegengeſetzten wirkenden Kraft.

Kraft, anziehende ſ. **Attraction, Grundkräfte.**

Kraft, ausdehnende, zurückſtoßende, expanſive (vis expanſiua, force expanſive) iſt nach dem dynamiſchen Syſteme eine der Materie weſentlich zukommende Kraft, welche auch Elaſticität genannt wird. M. ſ. **Elaſticität, Grundkräfte.**

Kraft, beſchleunigende (vis acceleratrix, force accélératrice) iſt diejenige Kraft, welche auf jeden einzelnen Theil einer Maſſe wirkt. Vor dieſer unterſcheidet man die **bewegende Kraft**, d. i. diejenige, welche die Beſchleunigung eines Körpers hervorbringt, und auf alle Theile der Maſſe zuſammen gleichförmig wirket. Es iſt alſo die bewegende Kraft gleich dem Produkte der beſchleunigenden Kraft in die Maſſe. Setzt man alſo die beſchleunigende Kraft $= f$, die Maſſe $= M$, und die bewegende Kraft $= p$, ſo hat man $p = f \cdot M$, mithin $f = \frac{p}{M}$.

Wenn man bloß auf die Bewegung des Körpers, ohne Rückſicht auf ſeine Maſſe zu nehmen, ſiehet, die durch die beſchleu-

beſchleunigende Kraft bewirket wird, ſo muß auch die in einer beſtimmten Zeit erzeugte Geſchwindigkeit c ſo wohl, als auch der in dieſer Zeit durchlaufene Weg ſ deſto größer ſeyn, je größer die beſchleunigende Kraft f iſt. So wird z. B. ein Körper auf der Oberfläche der Sonne ſich frey überlaſſen ungefähr 29 Mahl mehr beſchleuniget, als auf der Oberfläche der Erde, und folglich in einer Sekunde einen Weg von 29 × 15,5 = 449,5 Fußen zurücklegen; die Geſchwindigkeit alſo, die er nach dieſer Zeit würde erhalten haben, beträgt = 29 × 31 = 899 Fuß. Je größer demnach die beſchleunigende Kraft iſt, deſto ſtärker wird ein jeder Theil einer Maſſe durch ſelbige beſchleuniget. Es fallen aber alle Theile der Maſſe, ohne Rückſicht ihrer Anzahl, zugleich, mithin richtet ſich die Beſchleunigung nicht nach der Maſſe, ſondern bloß nach der Größe der Kraft, die in die Theile derſelben wirken, und eben dieſer Umſtand hat den Nahmen der beſchleunigenden Kraft veranlaſſet.

Dieſen Satz, welcher in den mechaniſchen Wiſſenſchaften von ſo großer Wichtigkeit iſt, nahm **Newton** [α]) als eine Folge des Grundſatzes an, daß alle Wirkungen den wirkenden Kräften proportional ſeyn. Man kann dieſen Satz in der größten Allgemeinheit ſo wohl für unveränderliche als veränderliche Kräfte auf folgende Art ausdrucken. Die Zunahme der Geſchwindigkeit oder die Beſchleunigung dc, welche die beſchleunigende Kraft f in dem unendlich kleinen Zeittheile dt zu Wege bringt, verhält ſich wie die Kraft f. Nun bringt die Schwere = 1 in eben dem Zeittheile die Beſchleunigung 2gdt hervor. M. ſ. **Bewegung** (Th. I. S. 348.) mithin hat man $dc : 2gdt = f : 1$; daraus folgt

$$dc = 2gfdt.$$

Gegen den Satz, welchen **Newton** als Grundſatz angenommen hatte, erinnerte **Daniel Bernoulli** [β]), man wiſſe die eigentliche Beſchaffenheit und Natur der Kräfte viel zu wenig, daß ſich von der Größe der wirkenden Urſache kein

α) Princip. lib. I. def. 7. et axiom. 2.

β) Examen principiorum mechanicae; in comment. Petrop. Tom. I. p. 127.

kein nothwendiger Schluß auf die Größe der Wirkung machen laſſe, und daß ſich die Beſchleunigung dc vielleicht eben ſowohl wie das Quadrat oder eine andere Funktion von f verhalten könne. Dieß gab **Eulern** [α]) die Veranlaſſung, von dieſem Satze einen Beweis zu verſuchen. **D'Alembert** [β]) will hingegen lieber den zu erweiſenden Satz als Erklärung der beſchleunigenden Kraft annehmen. Allein da es hier vorzüglich darauf ankommt, zu beweiſen, daß dc dem f proportional ſey, ſo iſt man in die Nothwendigkeit verſetzet, entweder von f keine andere Erklärung angeben zu können, oder den Satz zu erweiſen, wenn man das ſo erklärte $f = \frac{p}{M}$ ſetzen will. Daher haben die Herrn **Käſtner** [γ]) und **Karſten** [δ]) für nöthig gehalten, von dieſem Satze befriedigende Beweiſe zu geben. Statt des Ausdrucks beſchleunigender Kraft will Herr **Karſten** lieber den Nahmen **Beſchleunigung der Kraft**.

Setzt man die der Geſchwindigkeit c zugehörige Höhe $= v = \frac{c^2}{4g}$, ſo erhält man $dv = \frac{2cdc}{4g}$, und wenn ſtatt dc der gleiche Werth $2gfdt$ ſubſtituirt wird, $dv = cfdt$. Da ferner $cdt = d\mathit{ſ}$ (m. ſ. **Bewegung** Th. I. S. 344.), ſo hat man

$$dv = fd\mathit{ſ}.$$

Dieſe beiden Gleichungen $dc = 2gfdt$ und $dv = fd\mathit{ſ}$ ſind die Fundamentalgleichungen, aus welchen ſich in der höhern Mechanik die Wirkungen anderer Kräfte, als der Schwere und beſonders veränderlichen Kräfte herleiten laſſen.

Kraft, bewegende (vis motrix, force motrice) heißt diejenige, welche auf alle Theile einer Maſſe wirkt, die ſich

α) Mechanica lib. I. §. 146–152.; ingl. theoria motus corp. ſolid. cap. III.

β) Traité du dynamique art. 19.

γ) Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchn. I. Cap. III. § 5 f.

δ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik, Th. III. Mechanik, Abſchn. III. §. 47 f.; ingl. Anfangsgründe der mathemat. Wiſſenſchaften, Th. II. Mechanik, Abſchn. III. §. 43 f.

ſich alſo durch das Produkt der beſchleunigenden Kraft in die Maſſe oder durch f.M ausdrucken läßt. Es iſt alſo dieſe alle Mahl dem Drucke gleich, wenn weiter keine Bewegung erfolgen kann. Bey ſchweren Körpern iſt daher das Gewicht die bewegende und die Schwere die beſchleunigende Kraft. Setzt man alsdann die Schwere = 1, ſo iſt das Gewicht p = M, oder es läßt ſich die Maſſe dem Gewichte gleich ſetzen.

In einer andern Bedeutung wird das Wort **bewegende Kraft** für dasjenige Beſtreben genommen, womit ein ruhender Körper das Hinderniß, auf welches er druckt, oder ein bewegter Körper den andern, den er begegnet, in Bewegung zu verſetzen ſuchet. Dieſes Beſtreben hat man der Größe der Bewegung proportional angenommen, und daher eben ſo wie dieſe durch MC, d. i. durch das Produkt der Maſſe in die Geſchwindigkeit ausgedruckt, womit der Körper entweder ſich wirklich fortbeweget, oder doch fortbewegen würde, wenn kein Hinderniß ihn davon abhält. Dieſes Produkt hat man daher das **Maß der bewegenden Kräfte** genannt.

Dieß von **Descartes** und **P. Merſenne** angenommene Kräftemaß wurde von dem Herrn **von Leibnitz** *) für unrichtig gehalten, und dafür ein anderes Maß angegeben. Der Herr **von Leibnitz** behauptete nämlich, die Kräfte der Maſſen M, m, welche mit den Geſchwindigkeiten C, c fortgehen, verhalten ſich wie $MC^2 : mc^2$, und es ſey daher vielmehr das Kräftemaß das Produkt der Maſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit. Er ſucht dieſe ſeine Regel durch folgende Schlüſſe zu beſtätigen: wenn ein Paar Körper von ungleichen Maſſen, der eine von 4 Pfund der andere von 1 Pfund Maſſe ungleich hoch, der erſte von 1 Fuß Höhe der andere von 4 Fuß Höhe herabfallen, ſo erlangen ſie durch den Fall eine Kraft, vermöge welcher ein jeder in umgekehrter Richtung auf dieſelbe Höhe wieder ſteigen könnte. Dieſe erlangten Kräfte ſind gleich, weil eben die Kraft nö-

thig

*) Breuis demonſtratio erroris memorabilis Carteſii et aliorum etc.; in act. erudit. Lipſ. a. 1686. menſ. Mart. p. 161 ſqq.

thig iſt, die vierfache Laſt auf die einfache Höhe zu heben, welche erfordert wird, die einfache Laſt auf die vierfache Höhe zu bringen. Weil nun die durch den Fall erlangten Geſchwindigkeiten ſich wie die Quadratwurzeln aus den Höhen verhalten, ſo erlangt die kleinere Maſſe doppelt ſo viele Geſchwindigkeit als die größere. Dieſemnach ſchließt Herr **von Leibnitz**, verhielte ſich nach **Carteſius** Regel die Kraft der größern Maſſe zur Kraft der kleinern, wie 4 Pfund $\times$ 1 : 1 Pfund $\times$ 2 = 2 : 1, welches falſch iſt, weil die Kräfte gleich ſeyn müſſen. Wird dagegen eine jede Maſſe mit dem Quadrate ihrer Geſchwindigkeit multipliciret, ſo verhält ſich die Kraft der größern Maſſe zur Kraft der kleinern wie 4 Pfund $\times$ 1 zu 1 Pfund $\times$ 4 = 1 : 1, und das heißt, die Kräfte ſind gleich, alſo muß die letzte Vorausſetzung richtig ſeyn.

Der Herr **von Leibnitz** ſcheint dieſe ſeine Regel aus einem Satze des **Cartes** gefolgert zu haben, deſſen dieſer ſich bediente, die Natur des Hebels zu erklären. **Cartes** nahm an, daß die an einem Hebel angehangenen Gewichte die unendlich kleinen Räume durchliefen, welche in ihrer Entfernung vom Ruhepunkte können beſchrieben werden. Nun ſind zwey Körper alsdann im Gleichgewicht, wenn dieſe Räume gegen einander umgekehrt wie die Gewichte der Körper ſind; und alſo ſchloß **Leibnitz**, iſt nicht mehr Kraft nöthig, einen Körper von einem Pfunde zur Höhe 4 zu erheben, als einen andern, deſſen Maße 4 iſt, zur einfachen Höhe. Man ſieht leicht, daß dieſe Schlußfolge aus **Carteſens** Grundregel nur alsdann herfließe, wenn die Zeiten der Bewegung gleich ſind. Denn bey der Schnellwage ſind die Zeiten einander gleich, darin die Gewichte ihre unendlich kleinen Räume durchlaufen würden. Der Herr **von Leibnitz** ließ dieſe Bedingung aus der Acht, und ſchloß auch auf die Bewegung in Zeiten, die einander nicht gleich ſind. Man iſt daher gar nicht ſo ſchlechthin berechtiget, die Kräfte beider Maſſen für gleich anzunehmen. Wenn man die Zeit mit in

 Betrach-

Betrachtung ziehet, ſo kann man vielmehr den Beweis ſo führen, daß er **Carteſens** Maß der Kräfte beſtätiget.

Der Herr von **Leibnitz** hat ſeine Gedanken noch mehr in einer andern Schrift *) erläutert, worin er die Sache durch eine neue Eintheilung recht deutlich machen wollte. Körpern, die bloß drücken, wie Gewichte, die unterſtützet ſind, legte er eine **todte Kraft** bey, und gab zu, daß ſich dieſe wie das Produkt MC verhalten, wenn M die Maſſe und C die Geſchwindigkeit bedeutet, womit ſie nach gehobenem Hinderniſſe anfangen würde, ſich zu bewegen. Bewegten Körpern aber ſchrieb er eine **lebendige Kraft** zu, und dieſe ſollte ſich wie MC^2 verhalten, wenn C die Geſchwindigkeit des Körpers iſt. Allein hier entſteht die Frage, wenn ehe die Bewegung als wirklich betrachtet werden könne? Eine Bewegung kann nur alsdann wirklich ſeyn, wenn eine gewiſſe Zeit während des Anfangs der Bewegung verfloſſen iſt. Dieſe Zeit iſt aber beym leibnitziſchen Kräftenmaße nicht etwas von geſetzter und gemeſſener Größe, ſondern ganz unbeſtimmt; mithin kann ſie ſo klein als man will angenommen werden, wenn man ſie brauchen will eine wirkliche Bewegung damit anzuzeigen. Daraus läßt ſich der Schluß machen, was überhaupt gilt, wenn ein Körper eine Zeitlang ſich beweget hat, das muß auch gelten, wenn gleich nur die Bewegung im Anfange iſt; denn eine ſehr kleine Dauer der Bewegung iſt von dem bloßen Anfange derſelben nicht unterſchieden, oder man kann ſie füglich verwechſeln. Daraus folget, wenn der Körper überhaupt alsdann eine lebendige Kraft hat, indem er ſich eine Zeitlang, ſie ſey ſo kurz als man will, beweget hat, daß er ſie auch haben muß, wenn er ſich erſt zu bewegen anfängt. Denn es iſt einerley, ob er eben erſt anfängt oder etwa ſchon eine ungemein kleine Zeit fortfähret ſich zu bewegen. Man ſieht hieraus, welche Verwirrungen durch den Unterſchied todter und lebendiger Kräfte entſtehen.

Die

*) Specimen dynamicum pro admirandis naturae legibus circa corporum vires etc.; in act. erudit. Lipſ. a. 1695. menſ. April. p. 145 ſq.

Die Meinung des Herrn **von Leibnitz** iſt unter vielen andern, beſonders von folgenden vertheidiget worden: von **Daniel Bernoulli** [α]), **Johann Bernoulli** [β]), **Hermann** [γ]), **Bilfinger** [δ]), **Wolf** [ε]), **'sGraveſande** [ζ]) und **Muſſchenbroek** [η]); dagegen iſt die carteſianiſche Meinung vertheidiget worden von **Mairan** [θ]), **Jurin** [ι]), **Deſaguliers** [κ]), **Maclaurin** [λ]), **Heinſius** [μ]). Die Geſchichte von dieſem berühmten Streite erzählen die Herrn **Kant** [ν]), **Arnold** [ξ]) und **Käſtner** [ο]).

Noch haben die Vertheidiger der leibnitziſchen Meinung unter andern auch darauf ſich berufen, daß, wenn Kugeln von gleichem Umfange und gleicher Schwere von verſchiedenen Höhen herabfallen, und in weichen Thon eindringen, ſich die Höhen wie die Quadrate der erlangten Geſchwindigkeiten verhalten. Da nun der Widerſtand des Thones als eine Kraft anzuſehen iſt, die der Bewegung der Kugeln beſtändig mit gleicher Stärke entgegen wirket, und in gleichen Zeiten ihre Geſchwindigkeiten beſtändig um gleich viel vermindert; ſo verhalten ſich die Tiefen der von den Kugeln eingedruckten Löcher, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten,

α) Examen principiorum mechanicae; in comment. Petropol. T. I. p. 130 ſqq.

β) Diſcours ſur le mouvement; in opp. Tom. III. num. 135. Jngl. de vera notione virium viuarum; in act. erud. Lipſ. 1735. Maj. p. 210. und opp. Tom. III. num. 145.

γ) Phoronomia. Amſt. 1716. 4.

δ) De viribus corpori moto inſitis, earumque menſura; in comm. Petrop. T. I. p. 43 ſqq.

ε) Principia dynamica; in comment. Petrop. Tom. I. p. 217 ſqq.

ζ) Phyſices element. mathem. lib. I. c. 22. §. 460.

η) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. I. §. 272 ſq.

θ) Diſſ. ſur l'éſtimation et la méſure des forces motrices des corps. Paris 1741.

ι) Principia dynamica. Philoſ. transact. n. 476. und 479.

κ) Courſe of experimental philoſophy. Lond. 1745. 4 Vol. I.

λ) Account of Sir Iſaac Newton's philoſ. diſcoveries. Book II. chp. 2.

μ) Diſſ. de viribus motricibus praeſ. *Hanſen*. Lipſ. 1733. 4.

ν) Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweiſe, deren ſich Herr von Leibnitz u. and. Mechaniker bedienet haben. Königsb. 1746. 8.

ξ) Diſſ. duae de viribus viuis earumque menſura. Erlang. 1754. 4.

ο) Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchn. III. §. 202 f.

womit die Kugeln anſchlagen. Dagegen antworten die Vertheidiger der carteſianiſchen Meinung, man müſſe nicht auf die Tiefen der Gruben allein, ſondern auch auf die Zeiten ſehen, binnen welchen die Gruben eingedrückt würden; die Leibnitzianer nehmen auf die Zeit gar keine Rückſicht.

Es würde zu weitläuftig ſeyn, noch mehrere von beyden Theilen angeführte Gründe hier beyzubringen. Aus dem Angeführten erhellet ſchon hinlänglich, daß beyde Theile die Größe der Kraft aus der Größe der Wirkung zu beſtimmen ſich bemühet haben. Allein der eine Theil beſtimmt ſie aus derjenigen Wirkung, die in einer gewiſſen Zeit erfolget, da der andere Theil ſelbige aus der Summe der ganzen erfolgenden Wirkung, ohne Rückſicht auf die darauf verwendete Zeit, beſtimmt. Es iſt alſo gar leicht zu begreifen, daß im erſten Falle ganz was anders, als im andern herauskommen müſſe. Es folgt demnach hieraus, daß beide Theile unter dem Ausdrucke **Kraft** ganz etwas Verſchiedenes verſtanden haben, und daß ihr Streit ein bloßer Wortſtreit war.

Kraft, bewegende der Maſchinen (potentiae moventes, puiſſances, forces mouvantes) nennt man diejenigen Kräfte, die zur Bewegung der Maſchinen gebrauchet werden. Hierzu hat man bisher folgende ſehr nützlich befunden.

1. Die Kraft der Menſchen. Die Kraft, welche ein Menſch anwendet, einer Maſchine durch Ziehen oder Drucken Bewegung zu geben, gehöret in die Claſſe der relativen Kräfte, und hängt von der Geſchwindigkeit ab, welche der zu bewegenden Laſt ſchon mitgetheilet iſt. Das Geſetz iſt nicht mit Zuverläſſigkeit bekannt, nach welchem die Stärke dieſes Druckes oder Zuges von der Geſchwindigkeit der angegriffenen Stelle der Maſchine abhängt; alſo läßt ſich auch nicht mit Zuverläſſigkeit die Geſchwindigkeit angeben, wobey das mechaniſche Moment der menſchlichen Kräfte am größten wird. Eben ſo wenig zuverläſſig weiß man demnach, wie groß die Stärke des Druckes oder Zuges für den Fall geſchätzet werden könne, wenn von der Kraft der Menſchen

der vortheilhafteſte Gebrauch gemacht werden ſoll. Ueberdem hat der eine Menſch mehr körperliche Kräfte, als der andere; dieſerwegen hat man ſuchen müſſen, aus Vergleichung mehrerer Erfahrungen diejenige Kraft und Geſchwindigkeit zu finden, womit Menſchen an Maſchinen durch Ziehen oder Drucken arbeiten können, ohne daß ſie in ſo kurzer Zeit ermüden. Gewöhnlich ſchätzt man die Kraft eines Menſchen beym Ziehen oder Schieben auf 25 Pfund, wenn die angegriffene Stelle eine Geſchwindigkeit von 3 Fuß in einer Sekunde hat. Es kann zwar der Menſch ſchneller und ſtärker arbeiten, wenn er ein geſunder Mann und von gewöhnlichen mittleren Leibeskräften iſt, allein alsdann wird er mit der Arbeit nicht lange Zeit, ohne völlig zu ermüden, anhalten können. Ueberdem iſt die Rede nur von einer ſolchen Art der Arbeit, wobey es hauptſächlich auf die Anſtrengung der Kraft der Muskeln ankommt, wie wenn derſelbe eine Kurbel drehet. Iſt aber die Einrichtung ſo gemacht, daß der Menſch die Maſchine durch Treten oder auch ſonſt auf eine ſolche Art bewegen kann, daß das Gewicht ſeines Körpers ihn zum Theil zu Hülfe kommt, ſo kann bey eben der Geſchwindigkeit von 3 Fuß in einer Sekunde die Kraft, womit er in die angegriffene Stelle der Maſchine wirket, wohl auf 50 und mehrere Pfunde geſchätzet werden. Herr **Belidor** *) ſchätzt die Geſchwindigkeit eines arbeitenden Mannes, wenn er 25 Pfund Kraft anwendet, nur auf $1\frac{2}{3}$ pariſer Fuß.

2. Die Kräfte der Thiere. Auch die Kräfte der Thiere gehören zu der Claſſe der relativen Kräfte. Zieht ein Pferd oder mehrere oder auch ein anderes Thier an der angegriffenen Stelle der Maſchine, z. B. am Zugbaume, ſo iſt die Größe dieſes Zuges im erſten Augenblicke, da alles noch ruhet am ſtärkſten; kömmt aber nach und nach die angegriffene Stelle in einen gleichförmigen Gang, ſo nimmt auch die Stärke des Zuges ab. Uebrigens iſt aber das Geſetz eben

*) Archit. hydraul. B. I. Cap. 1. §. 30 f.

ſo wenig, wie bey den Menſchen, bekannt, nach welchem die Stärke des Zuges von der Geſchwindigkeit der angegriffenen Stelle abhängt, und auch ſelbſt bey den Thieren findet in Anſehung ihres körperlichen Zuſtandes ein großer Unterſchied Statt. Man ſchätzt die Kraft eines tüchtigen Zugpferdes, wenn es mit noch ein Mahl ſo großer Geſchwindigkeit als ein Menſch, alſo mit einer Geſchwindigkeit von 4 bis 6 Fuß in einer Sekunde arbeitet, ſieben Mahl größer, als die Kraft eines arbeitenden Mannes, mithin auf 175 Pfund. Kömmt dem Pferde, indem es die Maſchine bewegt, das Gewicht ſeines eigenen Körpers zu Hülfe, oder wirkt wohl gar eigentlich das Gewicht des Thieres, wie bey den Lauf- und Treträdern; ſo folget von ſelbſt, daß die Kraft bey eben der Geſchwindigkeit auch größer ſey, und ſich nach der Größe der thieriſchen Körper richte.

3. Die Kraft des Waſſers. Dieſe wird vorzüglich mit großem Vortheile ſtatt der menſchlichen und thieriſchen Kräfte gebrauchet, welche letztere beſtändig mehr Koſtenaufwand erfordern. Die Kraft des Waſſers wird ſo angebracht, daß entweder der Fall oder das Gewicht desſelben die Maſchine durch dazu ſchickliche Räder in Bewegung bringt. Die Wirkung der Kraft des Waſſers hängt vorzüglich von der Menge, Geſchwindigkeit und Richtung des Waſſers gegen die Theile des Rades ab. Ein Hauptvorzug dieſer Kraft beſteht darin, daß man durch ſelbige eine gleichförmige Wirkung erhalten kann, indem man nämlich das überflüſſige Waſſer ableiten, den Mangel desſelben durchs Schützen erſetzen, und bey den ſo genannten Panſtermühlen das Rad nach der jedesmahligen Höhe des Waſſers hängen kann.

4. Die Kraft des Windes, oder der bewegten Luft unſerer Atmoſphäre. Hierbey wird der bewegten Luft eine Fläche entgegengeſetzet, welche ſie auffängt, um die Fläche mit den übrigen damit verbundenen Theilen der zu bewegenden Körper in Bewegung zu bringen, wie z. B. die Windflügel einer Windmühle. Wegen der Richtungen, welche der Wind oft hat, müſſen ſich die Flächen, welche ihn auffangen,

ſangen, nach allen Gegenden kehren laſſen. Uebrigens aber iſt dieſe Kraft ſehr veränderlich, und die allzugroße Stärke des Windes iſt oft den Maſchinen gefährlich, da hingegen der allzuſchwache Wind dieſelben auf eine Zeitlang ganz unbrauchbar macht.

5. Die Kräfte der Dämpfe. Erſt in den neuern Zeiten hat man dieſe mit ſehr großem Vortheile zur Bewegung der Maſchinen angewendet. Wie ſtark dergleichen Dämpfe wirken, iſt unter dem Artikel, **Dämpfe**, gezeiget worden.

6. Die Kraft der Gewichte. Dieſe Kraft kann zur Bewegung der Maſchinen nur alsdann gebrauchet werden, wenn eine beſtändig gleichwirkende Kraft nöthig iſt, wie z. B. bey Uhren, Gegengewichten u. ſ. f. Sonſt ſind die Gewichte in der ausübenden Mechanik nicht ſo brauchbar, als die übrigen Kräfte, weil ſie ſich beſtändig niederwärts bewegen, und daher bey einer verlangten dauernden Wirkung entweder einen ſehr großen Raum erfordern, oder ſehr langſam niederſinken müſſen.

7. Die Kraft der Federn oder auch die Elaſticität feſter Körper, wie z. B. die Stahlfedern, lange Stangen von Tannenholz u. ſ. Dieſe Kraft kann man zu vieler Abſicht gebrauchen. So werden durch Stahlfedern Theile der Maſchine an einander gedruckt, plötzliche Bewegungen durch ſelbige bewirket u. d. gl. Wenn man ſie länger bey dauernden Bewegungen gebrauchen will, ſo müſſen ſie in eine von ihrer natürlichen ſehr abweichende Figur gebracht werden, da ſie alsdann, indem ſie ſich beſtreben, ihre natürliche Geſtalt wieder anzunehmen, gewiſſe Theile der Maſchine in Bewegung ſetzen. Auf dieſe Weiſe ſind die Federn der Taſchenuhren eingerichtet. Im Anfange, wenn die Federn ſehr ſtark geſpannt ſind, ziehen ſie weit ſtärker, als in der Folge; daher muß bey Verfertigung der Maſchinen auf dieſen Umſtand Rückſicht genommen werden, wenn ſie einen gleichförmigen Gang haben ſoll.

Dieß ſind die bisher bekannten Kräfte, welche zur Bewegung der Maſchinen ſind gebrauchet worden. Ob nun die

Nach-

Nachwelt ſo glücklich ſeyn wird, noch von andern zum Theil ſchon bekannten Kräften, z. B. Anziehen und Abſtoßen der Elektricität und des Magnetismus, einen vortheilhaften Gebrauch zur Bewegung der Maſchinen zu machen, das wird bloß vom erfinderiſchen Geiſte ein und der andern Nation abhängen.

Von den bewegenden Kräften der Maſchinen hat beſonders Herr Prof. **Büſch** *) ausführlich gehandelt.

Auch verſteht man mannigmahl unter dem Worte, **bewegende Kräfte, Potenzen** (potentiae, puiſſances, forces mouvantes) die Maſchinen ſelbſt.

Kräfte-Central, Centrifugalkraft, Centripetalkraft ſ. die Artikel hiervon an den gehörigen Orten.

Kraft-Feder ſ. **Elaſticität.**

Kraft, gleichförmig beſchleunigende ſ. **unveränderliche Kraft** in der Folge dieſes Artikels.

Kraft der Trägheit ſ. **Trägheit.**

Kraft des Wurfs ſ. **Wurf.**

Kraft, lebendige (vis viua, force vive). Der Herr **von Leibnitz** β) theilte die Kräfte zuerſt in **todte** und **lebendige** ein, um dadurch das von ihm angegebene Kräftemaß recht deutlich zu machen. Unter einer **lebendigen Kraft** verſtand er eine ſolche Kraft, die mit wirklicher Bewegung verbunden iſt; unter einer **todten** hingegen diejenige, welche nur ein Beſtreben hat, Bewegung hervorzubringen, ob ſie gleich in der That keine erzeuget. Hiernach ſcheint es alſo, als ob er durch eine lebendige Kraft eine ſolche, die wirkliche Bewegung verurſachet, verſtanden wiſſen wolle. Faſt alle Vertheidiger des leibnitziſchen Kräftemaßes nehmen auch das Wort in dieſem Sinne. Allein **Johann Bernoulli** γ), der eifrigſte Vertheidiger des Herrn **von Leibnitz,**

*) Verſuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens. Dritte Ausgabe. Hamburg 1790. 8. Mechanik, Abſchn. 7. S. 183.

β) Specimen dyn. pro admirandis naturae legibus etc.; in act. erud. Lipſ. a. 1695. Apr. p. 145.

γ) De vera notione virium viuarum. Act. erud. 1735. Maj. p. 210. und opp. Tom. III. num. 145.

niz, erkläret ſich darüber ganz anders. Er verſtehet durch lebendige Kraft ein bloßes Vermögen zu handeln. Dieß ſagt **Bernoulli** ſelbſt, indem er ſich ſo ausdruckt: hinc patet, vim viuam (quae aptius vocaretur facultas agendi, gallice *le pouvoir*) eſſe aliquid reale, et ſubſtantiale, quod per ſe ſubſiſtit, et quantum in ſe eſt, non dependet ab alio; und in eben dieſer Schrift, vis viua non conſiſtit in actuali exercitio, ſed in facultate agendi. Wenn z. B. eine Kugel durch irgend eine Kraft in Bewegung iſt verſetzet worden, ſo wird nun der bewegten Kugel eine lebendige Kraft zugeſchrieben. Nach Herrn **Bernoulli** ſoll dieſe eine Fähigkeit ſeyn, Bewegung hervorzubringen, wenn ſie in ihrer Bewegung auf einen Körper ſtößt. Er hält dieſe Kraft für etwas ganz Eigenes und Subſtantielles, und daraus macht er den Schluß, daß ihre Größe ganz allein durch die Totalſumme aller von ihr erzeugten Wirkungen gemeſſen werden müſſe, ohne Rückſicht auf die Zeit zu nehmen, in welcher die Wirkungen erfolgen. Dieß gibt alſo natürlich das leibnitziſche Maß der Kräfte.

Aus dieſem Begriffe von lebendiger Kraft, wie ihn **Bernoulli** gegeben hat, leitete er ein ſo berühmt gewordenes und wenigſtens in der Geſchichte der Mechanik ſehr merkwürdiges Geſetz her: **in der Körperwelt wird immer einerley Summe der Kräfte erhalten, und es geht keine lebendige Kraft verloren.** Dieſen Satz nannte man den **Grundſatz von Erhaltung lebendiger Kräfte** (principium conſeruationis virium viuarum). **Bernoulli** hält dieſes Geſetz für ſo einleuchtend, daß er behauptet, man würde es nur verdunkeln, wenn man unternehmen wollte, es zu beweiſen. Es wäre auf keine Weiſe zu läugnen, daß eine wirkende Urſache nie ganz oder zum Theil verloren gehen könne, ohne vorher eine dem Verluſte gemäße Wirkung hervorgebracht zu haben. Es ſey die lebendige Kraft eines Körpers etwas ſo Abſolutes und Poſitives, daß ſie in dem Körper bleiben würde, wenn es gleich dem Schöpfer gefiele, die übrige Körperwelt ganz zu vernichten.

ten. Würde daher die lebendige Kraft eines Körpers bey ſeinem Stoße an einem andern vermindert, ſo müſſe dagegen die lebendige Kraft des geſtoßenen Körpers um eben ſo viel zunehmen, woraus die beſtändige Gleichheit der Totalſumme lebendiger Kräfte nothwendig folge.

Nimmt man alſo zwey Maſſen M und m, deren Geſchwindigkeiten vor dem Stoße C und c, nach dem Stoße aber V und v, ſo muß dieſem Grundſatze gemäß und nach dem leibnitziſchen Kräftenmaße ſeyn

$$MC^2 + mc^2 = MV^2 + mv^2.$$

Dieß hat auch ſeine Richtigkeit bey dem Stoße elaſtiſcher Körper. M. ſ. **Stoß.** Hingegen beym Stoße unelaſtiſcher Körper, wo die Geſchwindigkeit beider nach dem Stoße gleich oder $v = V$ iſt, mithin

$$MC + mc = MV + mV$$

iſt, findet dieß Geſetz nicht Statt. **Bernoulli** nahm aus andern Gründen keinen vollkommen harten Körper an; daher ſchienen ihm die Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper hinreichend zu ſeyn, um den Satz von den lebendigen Kräften als allgemein wahr zu betrachten. Von dem Stoße weicher unelaſtiſcher Körper behauptet er, daß hierbey ein Theil der lebendigen Kraft auf die Zuſammendruckung verwendet werde, welcher aber doch in den zuſammengedruckten Theilen zurückbleibe, und nur deßwegen nicht wieder thätig werde, weil die Weichheit des Körpers es hindere.

Es würde hier viel zu weitläuftig ſeyn, zu zeigen, welche Fehlſchlüſſe Herr **Bernoulli** bey der Behauptung der lebendigen Kraft gemacht hat. Man findet alles vollſtändig entwickelt in der unter dem Artikel, **bewegende Kraſt**, angeführten Schrift des Herrn **Kant.** Indeſſen hat es aber doch ſeine Richtigkeit, daß in vielen Fällen der von **Bernoulli** angegebene Grundſatz ſeine Anwendung findet, beſonders wenn er ſo ausgedruckt wird:

Wenn ein ganzes Syſtem mehrerer Maſſen in Bewegung iſt; und dieſe Maſſen während der Bewegung in einander wirken, ſo iſt die Summe

der

der Produkte aller einzelnen Maſſen in die Quadrate der erlangten Geſchwindigkeit in jedem Augenblicke eben ſo groß, als ſie ſeyn würde, wenn die Maſſen nicht in einander gewirket hätten.

Ein Beyſpiel hiervon gibt die Theorie vom Mittelpunkte des Schwunges ab. Wenn nämlich eine große unbiegſame Linie ohne Schwere mit Gewichten beſchweret iſt, deren Maſſen A, B, C u. ſ. ſind, ſo läßt ſich beweiſen, daß ſich die Summe der Produkte aus den Maſſen in die Quadrate der erlangten Geſchwindigkeiten nicht ändert, die Maſſen A, B, C u. ſ. mögen als einfache Pendel betrachtet, frey in die Vertikallinie fallen, oder als Theile des zuſammengeſetzten Pendels während der Bewegung in einander wirken. Selbſt **Bernoulli** hat dieß aus andern mechaniſchen Gründen dargethan.

Man hat dieſen Satz mit großem Vortheile auf viele ſchwere mechaniſche Aufgaben angewendet, welche ſich dadurch oft leichter als durch andere Methoden haben auflöſen laſſen. Indeſſen hat **Johann Bernoulli** andere Gründe entdecket, aus welchen ſich alles, was aus dieſem Satze ſonſt iſt gefolgert worden, bündiger herleiten läßt, ſo daß dieſer Satz für den jetzigen Zuſtand der Mechanik ziemlich entbehrlich iſt.

Kraft, mittlere, zuſammengeſetzte (vis compoſita, force réſultante) iſt diejenige Kraft, welche aus der Verbindung zweyer oder mehrerer, nach verſchiedenen Richtungen wirkender Kräfte entſtehet. Dieſe verſchiedenen Kräfte, aus welchen die mittlere Kraft entſpringt, nennt man Seitenkräfte oder äußere Kräfte. Es läßt ſich die Größe und Richtung der mittleren Kraft aus den äußern Kräften eben ſo, wie die mittlere Bewegung aus den äußeren Bewegungen finden. M. ſ. **Zuſammenſetzung der Kräfte.**

Normal-Kraft ſ. dieſes Wort am gehörigen Orte.

Kraft, relative (vis relatiua, force relative) iſt diejenige Kraft, welche anders in einen ruhenden, und anders

ders in einen verſchiedentlich bewegten Körper wirket. Sie iſt der abſoluten Kraft entgegengeſetzet. Wenn z. B. an einem unterſchlächtigen Waſſerrade einer noch nicht bewegten Maſchine die Schaufel durch die Kraft des Waſſerſtoßes zur Bewegung angetrieben wird, ſo wirkt dieſe Kraft im erſten Momente als abſolute Kraft; ſo bald aber die Schaufel ausweichet, mithin das Rad in Umlauf kommt, ſo wird nun auch die Kraft des Stoßes geringer, bis das Rad einen gleichförmigen Gang angenommen hat, da alsdann die Kraft des Waſſers, welche das Rad immer im gleichförmigen Gange erhält, die relative Kraft des Waſſerſtoßes iſt.

Kraft, retardirende (vis retardatrix, force rétardante) heißt eine beſchleunigende Kraft, die nach einer der Bewegung des Körpers entgegengeſetzten Richtung wirkt, und folglich die Geſchwindigkeit dieſer Bewegung vermindert. Auf dieſe Weiſe wirkt die Schwere eines in die Höhe geworfenen Körpers entgegen, wodurch die Geſchwindigkeit, womit er in die Höhe ſtieg, nach und nach immer geringer wird, und zuletzt ganz verlieret, da er alsdann vermöge der noch fortwirkenden Schwere mit beſchleunigter Bewegung wieder herabfällt. M. ſ. **Bewegung**.

Kraft-Schnell, Spannkraft ſ. **Elaſticität.**

Kraft-Schwer ſ. **Schwere.**

Kraft-Tangential ſ. dieſes Wort an gehörigem Orte.

Kraft, todte (vis mortua, force morte). Der Herr **von Leibnitz** verſteht unter dem Ausdrucke **todte Kraft** eine ſolche, welche gegen ein unüberwindliches Hinderniß wirkt, und folglich nur Bewegung hervorzubringen ſtrebet, ohne wirkliche Bewegung erzeugen zu können. So druckt ein Körper eine Unterſtützung, worauf er liegt, mit einer todten Kraft. Aber nicht allein der Druck ſelbſt wird todte Kraft genannt, ſondern auch das aus dem Drucke erfolgende Beſtreben nach Bewegung. **Bernoulli** hält todte Kraft und Druck für völlig einerley; anders wo aber unterſcheidet er Druck von todter Kraft, wie Urſache und Effekt, indem er ſich ſo ausdruckt, la force morte eſt celle, que

reçoit

reçoit un corps ſans mouvement, lorsqu'il eſt ſollicité et preſſé de ſe mouvoir etc.

Nach **Leibnitz** ſoll die lebendige Kraft entſtehen aus unendlichen Eindrücken der todten Kraft (vis eſt viua ex infinitis vis mortuae impreſſionibus nata). Wenn nämlich das, was druckt, in jedem Augenblicke durch das Hinderniß aufgehoben wird, ſo entſteht nur Druck, wenn aber nach gehobenem Hinderniſſe die Maſſe wirklich beweget wird, ſo ſetzt die wirkende Urſache in jedem Augenblicke in die Maſſe ein unendlich kleines Vermögen hinein, welches dann in endlicher Zeit ein endliches Vermögen, d. i. die lebendige Kraft erzeuget. M. ſ. **lebendige Kraft.**

Kraft, veränderliche (vis variabilis, force variable) heißt eine beſchleunigende Kraft, welche nicht in allen Stellen des Weges, durch welchen ein Körper beweget wird, gleich ſtark wirket. Man nennt auch dieſe Kraft eine **ungleichförmig beſchleunigende** (vis inaequabiliter accelerans). So ſind die anziehenden Kräfte der Erde gegen die Sonne und die des Mondes gegen die Erde veränderliche Kräfte, weil ſie nicht in allen Stellen der Erd- und Mondbahn gleich bleiben. Was für Geſetze ſolche Kräfte befolgen, die ſtets nach einem Punkte gerichtet ſind, ſ. m. den Artikel, **Centralkräfte.**

Kraft, unveränderliche (vis conſtans, force conſtante) iſt eine beſchleunigende Kraft, welche in allen Stellen des Weges, den ein Körper durchläuft, gleich ſtark wirket. Man nennt auch dieſe Kraft eine **gleichförmig beſchleunigende Kraft** (vis vniformiter ſ. aequabiliter accelerans). Dahin gehöret z. B. die Schwere der Körper an einerley Oberfläche der Erde.

Kraft, zurückſtoßende ſ. **ausdehnende Kraft, Abſtoßen.**

Kraft, zuſammengeſetzte ſ. **mittlere Kraft.**

Kryſtall (cryſtallus, cryſtal) heißt überhaupt eine jede Subſtanz, deren Theile ſo mit einander verbunden ſind, daß ſie einen regelmäßig gebildeten Körper ausmachen. Anfänglich

ſänglich hatte man dieſen Nahmen bloß dem natürlichen Kryſtall oder **Bergkryſtall** (cryſtallus natiua ſ. montana, cryſtal de roche) gegeben, einem harten durchſichtigen Steine, welcher die Figur eines gleichſeitigen Prisma hat, deren Grundflächen zwey ſechsſeitige Pyramiden ſind. Dieſer Bergkryſtall, den man ſonſt auch unechten Edelſtein nennt, hat außer der Kieſelerde, nach Herrn **Wieglebs** und **Bergmanns** Unterſuchung, auch etwas Thon- und Kalkerde. Dieſen harten Stein ſchätzten die Alten ſehr hoch, und verfertigten allerley Gefäße von großem Werthe daraus.

Wenn bey chemiſchen Operationen Körper aus dem flüſſigen Zuſtande langſam in einen feſten übergehen, ſo nehmen die Theile verſchiedener Körper ein eigenes regelmäßiges Gefüge an, welches bey verſchiedenen Körpern auch verſchieden iſt. Da alsdann dieſe feſten Körper, beſonders wenn ſie durchſichtig ſind, mit dem natürlichen Kryſtalle eine Aehnlichkeit haben, ſo hat man allen den Nahmen der Kryſtalle beygeleget. In den neuern Zeiten haben verſchiedene, wie z. B. **de la Metherie** behauptet, daß überhaupt alle flüſſige Körper, welche nicht allein durch chemiſche ſondern auch durch Naturoperationen in feſte und regelmäßige Geſtalten übergehen, kryſtalliſche Fügungen annehmen, und daher dieſe feſten Körper als kryſtalliſirte betrachtet werden. M. ſ. **Kryſtalliſation**.

Kryſtall, isländiſcher, Doppelſtein, Doppelſpath (cryſtallus Islandica ſ. duplicans, ſpathum duplicans, cryſtal d'Islande) iſt ein blatterichter, durchſichtiger, in rhomboidaliſchen Stücken brechender Kalkſpath, welcher die merkwürdige Eigenſchaft beſitzet, daß die Gegenſtände dadurch betrachtet doppelt erſcheinen. Dieſen Spath findet man in Schweden, Island und der Schweiz. Er bricht in Form der Parallelepipeden mit rhomboidaliſchen Seitenflächen, deren ſtumpfe Winkel 101° 52′, mithin die ſpitzigen 78° 8′ betragen. Die Neigung der Seitenflächen ſelbſt gegen einander beträgt 105°.

Die erſten Beobachtungen über die Erſcheinungen dieſes Kryſtalls ſind von **Erasmus Bartholin** *), Profeſſor der Geometrie und Medicin zu Koppenhagen. Er nahm wahr, daß die Objekte (fig. 25.) a und b, auf welche er die Grundfläche eines Stücks von dieſem Kryſtalle legte, in gg und hh doppelt erſchienen. Die Entfernung dieſer Bilder von einander war deſto größer, je dicker der Kryſtall war, und bey ſehr dünnen Scheiben fielen ſie faſt in einander. Am weiteſten ſchienen ſie von einander entfernet, wenn das Objekt auf der Diagonale nm lag, welche durch die ſpitzigen Winkel der Grundfläche geht. Hieraus ſchloß er, daß bey jedem Lichtſtrahl eine doppelte Brechung vorgehen müſſe, wovon er die eine oder gewöhnliche Brechung im Brechungsverhältniſſe wie 5 zu 3 fand, die andere ungewöhnliche aber ſich nach der Neigung des Strahls gegen eine mit den Seiten des Kryſtalles parallele Linie richtete.

Huygens [β]) ſuchte die Erſcheinungen an dieſem Kryſtalle genauer zu beſtimmen. Die Umſtände der ungewöhnlichen Brechung des Lichtes gibt er alſo an: es ſey (fig. 26.) abfe ein Stück des Kryſtalles, und es werde der ſtumpfe Winkel acb an einem der beyden körperlichen Winkel, welche aus drey gleichen ebenen ſtumpfen Winkeln beſtehen, in zwey gleiche Theile durch die gerade Linie cg getheilet, durch welche und durch die Seite cf eine Ebene geleget werde, die auf der Oberfläche ab nothwendig ſenkrecht iſt. Der Durchſchnitt dieſer Ebene mit dem Kryſtall wird ein Parallelogramm gcfh, welches er den **Hauptſchnitt** des Kryſtalls nennt. Bedeckte er die Fläche ab, und ließ bloß eine kleine Oeffnung bey k, einem Punkte auf der Linie cg, und hielt ſie gegen die Sonne ſo, daß ihre Strahlen ſenkrecht darauf fielen, ſo theilte ſich der Strahl ik bey k in zwey gleiche Theile, wovon der eine in der geraden Linie kl fort-

 ging,

*) Experimenta cryſtalli Islandici, quibus mira et inſolita refractio detegitur. Hafn. 1669. 4.

β) Traité de la lumière. Leid. 1690. 4. auch Latein. in *Hugenii opp. reliquis.* Amſt. 1728. 4. T. I.

ging, der andere aber ward unter einem Winkel von 60° 40′ nach km gebrochen, und nahm beym Ausgange durch m die mit ik parallele Richtung mz wieder an. Geſetzt alſo, es befände ſich ein Gegenſtand in l, ſo wird nun von ſelbigem nicht allein ein Strahl lki, ſondern auch ein anderer lri in die Oeffnung des in i liegenden Auges kommen; erſterer wird nämlich ungebrochen durchgehen, letzterer aber in eine Lage gebrochen, die mit mk parallel iſt. Demnach wird das Auge den Gegenſtand doppelt ſehen, ein Mahl durch die gewöhnliche Brechung in l, und das andere Mahl durch die ungewöhnliche in ſ.

Wenn der einfallende Strahl no in der Ebene des Schnittes ghfc liegt, und mit cg einen Winkel von 73° 20′ macht, ſo wird er durch die gewöhnliche Brechung nach oq hin geworfen, der andere Theil aber, auf den die ungewöhnliche Brechung wirket, geht hier in gerader Linie mit no nach p fort, und bleibt auch beym Herausgehen in dieſer geraden Linie.

Huygens maß das Verhältniß der Brechung, ſo wohl der gewöhnlichen als auch ungewöhnlichen, mit aller nur möglichen Sorgfalt, und fand das Brechungsverhältniß der gewöhnlichen, wie **Bartholin**, wie 5 : 3, für die ungewöhnliche Brechung aber veränderlich nach der verſchiedenen Neigung des einfallenden Strahls. Nach weiterer Unterſuchung der ungewöhnlichen Brechung fand er folgendes Geſetz: wenn der auf cg ſenkrecht auffallende Strahl ik nach m hin gebrochen wird, ſo fallen diejenigen Strahlen, welche mit ik gleiche Winkel machen, und durch k gehen, auf der Linie hf in gleiche Entfernungen von m. Eben dieß findet auch bey den Brechungen in andern Schnitten des Kryſtalles Statt.

Auch fand **Huygens** noch, daß, wenn zwey Stücke dieſes Kryſtalles in einiger Entfernung von einander ſo gehalten wurden, daß beide Seitenflächen mit einander parallel wären, und der Lichtſtrahl im erſten Stücke in zwey Theile geſpalten war, ein jeder dieſer beiden, ohne ſich weiter zu ſpal-

ſpalten, in das andere Stück überging, daß aber der regelmäßig gebrochene bloß der gewöhnlichen Brechung, und der ungewöhnlicher Weiſe gebrochene bloß der ungewöhnlichen Brechung folge. Lagen die Stücke ſo, daß ihre Hauptſchnitte einen rechten Winkel mit einander machten. Die gegenüberliegenden Flächen mochten ſich parallel ſeyn oder nicht, ſo ward der in dem erſten Stücke regelmäßig gebrochene Strahl in dem zweyten bloß nach der ungewöhnlichen Art, und der in dem erſten Stücke nach der ungewöhnlichen Art gebrochene in dem zweyten bloß nach der gewöhnlichen Art gebrochen. Bey allen übrigen ſchiefen Lagen der Stücke aber wurden die Lichtſtrahlen beide Mahl geſpalten.

Endlich erkläret **Huygens** dieſe ſonderbaren Erſcheinungen vermöge ſeiner Hypotheſe vom Lichte aus den wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen oder Wirbeln der Lichtmaterie auf dieſe Art, daß nämlich die ungewöhnliche Brechung von ſphäroidiſchen Lichtwellen, die gewöhnlichen aber von ſphäriſchen verurſachet werden. Indeſſen geſteht er zuletzt doch noch ein, daß dieſe Erklärung ihn nicht befriedige, und er bis jetzt keine Urſache habe auffinden können, die ihn nur einiger Maßen Genüge leiſte.

Newton *) führet keine Verſuche an, die er mit dem isländiſchen Kryſtalle ſelbſt angeſtellet hätte, ſondern gibt nur das Geſetz der ungewöhnlichen Brechung auf folgende Art an: es ſey (fig. 27.) adbc die brechende Fläche des Kryſtalls, c der größte körperliche Winkel an dieſer Fläche, gehf die gegenüberliegende Fläche, und ck eine ſenkrechte Linie auf dieſe, welche mit der Ecke cf einen Winkel von 19° 3′ macht. Man ziehe kf, und nehme kl ſo groß, daß der Winkel kcl 6° 40′ und lcf 12° 23′ werde. Iſt nun ft ein Lichtſtrahl, der unter einem beliebigen Winkel bey t auffällt, ſo ſey tv der regelmäßig nach dem Brechungsverhältniſſe 5:3 gebrochene Strahl. Man ziehe vx parallel und gleich mit kl, ſo wird die Linie tx der ungewöhnlich gebrochene Strahl.

*) Optice lib. III. quaeſt. 17. 18.

Vermöge der von **Huygens** angeſtellten Beobachtungen über die Brechung des Lichtes durch mehrere Stücke von Kryſtall, kam **Newton** auf die Muthmaßung, daß die verſchiedenen Seiten des Lichtes verſchiedene Eigenſchaften haben. Denn, ſagt er, wäre der Unterſchied der Strahlen in Abſicht auf die gewöhnliche und ungewöhnliche Brechung nicht eigenthümlich, und erhalte es dieſe Modificationen bey der erſten Brechung, ſo müßten die nachfolgenden Brechungen andere neue Modificationen hervorbringen. Bey dem huygenianiſchen Verſuche findet aber dieß nicht Statt, da ein Strahl immer nach der gewöhnlichen, ein anderer nach der ungewöhnlichen gebrochen wird, und überhaupt dieſe Brechungen nach dem Verſuche umwechſeln können. Er fraget daher, haben nicht die Lichtſtrahlen verſchiedene Seiten, die mit unterſchiedenen Eigenſchaften verſehen ſind? Jeder Strahl habe gleichſam vier Seiten, wovon zwey einander entgegengeſetzte Seiten machen, daß der Strahl nach der ungewöhnlichen Art gebrochen wird; ſo bald eine derſelben nach der Gegend der ungewöhnlichen Brechung in dem Kryſtalle gekehret iſt; die beyden andern aber, wenn eine derſelben nach dieſer Gegend gewandt iſt, doch nicht verurſachen, daß der Strahl anders als auf die gewöhnliche Weiſe gebrochen wird. Wenn man auch gleich die Materialität des Lichtes gern zugeſtehet, ſo ſcheint doch die Erklärung **Newtons** über die ungewöhnliche Brechung noch gar nicht befriedigend zu ſeyn.

Die beſondere Eigenſchaft der doppelten Brechung hatte Huygens, aber nicht ſo merklich, auch am Bergkryſtalle bemerket. Der Pater **Beccaria** [a]) beſtätiget dieß noch mehr, und iſt geneigt, die Urſache dieſer Erſcheinungen, ja aller Brechungen und Zurückwerfungen überhaupt in der Elektricität zu ſuchen. Nach **Briſſon** [b]) findet man die Verdoppelung der Bilder in allen durchſichtigen und feſten Körpern, die künſtlichen Gläſer, den Flußſpath und einige Edelgeſteine ausgenommen. Nach

[a]) Philoſ. transact. Vol. LII. p. 489.

[b]) Peſanteur ſpecifique des corps etc. à Paris 1787. 4 maj. pref.

Nach Verſuchen des Herrn **Martin** [α]) mit geſchliffenen Prismen von Doppelſpath findet nicht bloß eine zweyfache, ſondern eine vielfache Brechung in dieſem Kryſtalle Statt, oft eine ſechsfache. Andere Prismen, die mehr als ſechs Mahl das Bild vervielfältigen, konnte er nicht finden; wenn er aber zwey Prismen ſo zuſammenſtellte, daß der brechende Winkel dadurch größer oder kleiner ward, ſo brachten ſie zuſammen ſo viele Bilder hervor, als das Produkt der von jedem einzelnen hervorgebrachten Bildern betrug. Er entdeckte auch, daß bey dieſen Brechungen das Licht in Farben zerſtreuet ward, wenn gleich die beyden brechenden Flächen mit einander parallel waren. Ließ er den Strahl im verfinſterten Zimmer durch geſchliffene Prismen von dieſem Kryſtall gehen, ſo zeigten ſich die ſchönſten Erſcheinungen, wobey zugleich die Sonnenbilder ſehr vervielfältiget ſich darſtellten, ſo daß Prismen mit Parallelepipeden verbunden eine Anzahl von Bildern gab, die ſich auf 24, 48, 72 belief. Alle dieſe Erſcheinungen zu erklären, geſteht er ſelbſt, wiſſe er nicht, glaubet aber, daß eine bisher noch unbekannte Struktur dieſes Körpers, oder eine beſondere Modification der Lichttheilchen, ſie verurſachen möge.

Der Abbé **Rochon** [β]) will gefunden haben, daß man einen künſtlichen Doppelſtein erhalte, wenn man Scheibchen Glas von verſchiedener Brechbarkeit auf einander leget, und ſolche durchs Feuer mit einander verbindet oder zuſammenſchmelzet.

Herr **Silberſchlag** [γ]) hat verſuchet, eine Erklärung von den Erſcheinungen des isländiſchen Kryſtalls zu geben. Er führet an, daß der Zuſammenhang der Theile, die alle Mahl eine rhomboidaliſche Figur bilden, nach der Richtung durch die Diagonale von einem ſpitzigen Winkel zum andern

 am

α) Eſſay on Island Cryſtal.

β) Recueil de mémoires ſur la méchanique et la phyſique. à Paris 1783. 8.

γ) Ueber den isländiſchen Kryſtall oder Doppelſpath, in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde von der Geſellſchaft naturforſch. Freunde zu Berlin. B. II. St. 2. 1787.

am ſtärkſten ſey. Nach ihm ſoll die Linie der Verdoppelung allezeit mit der Diagonale aus den ſtumpſen Ecken parallel gehen. Allein nach **Huygens** ſehr genauen Beſtimmungen erfolget dieß nicht; denn der Hauptſchnitt iſt keine Diagonalfläche, wie aus fig. 26. erhellet. Die Erklärung des Herrn Silberſchlags kommt darauf an, daß von einem Punkte, auf welchen ein rhomboidaliſcher Körper gebracht worden, einige Strahlen auf der Oberfläche andere aus der Seitenfläche herauskommen, und wegen der verſchiedenen Brechung das Auge rühren können. Hieraus laſſen ſich zwar einige Erſcheinungen erklären; allein **Huygens** Beobachtungen der Brechung durch mehrere Stücken und die von **Martin** bleiben daraus ganz unbefriedigend.

Herr **Hauy** *) hat ſich ebenfalls mit dieſem Gegenſtande beſchäftiget, und beſonders verſchiedene Thatſachen, die man im Allgemeinen durch ein oder zwey rhomboidaliſche Stücke des Kryſtalls beobachten kann, angegeben, und nachher verſuchet, dieſe Thatſachen ganz allein aus der gewöhnlichen Brechung zu erklären.

Es ſey (fig. 28.) b e ein Rhomboid von Kryſtall, welches ſo liegt, daß a und n die beiden ſtumpfſten Ecken ſind, welche von drey ſtumpfen Winkeln von 101° 32′ 13″ gebildet werden, und daß ihre untere Baſis auf einem Papiere ruhe. Ein Punkt p mit Tinte gezeichnet falle in die kleinere Diagonale b n der untern Baſis. Man halte das Auge ſo, daß der Seheſtrahl in der Ebene b a e n ſey, die durch die kleinern Diagonalen a e und b n, und durch die Seitenlinien a b und e n begrenzt wird. Wenn nun der Seheſtrahl vom Punkte p zu gleicher Zeit perpendikular iſt auf b n, ſo ſieht man ein Bild dieſes Punktes in der Richtung der Perpendikularlinie, und ein zweytes, das einem Punkte l zugehöret, auf der Diagonale zwiſchen p und n. Dieſes zweyte Bild liegt tiefer, als das erſte unterhalb der Fläche a d e f.

Wenn

*) Choix ſur divers objects d'hiſtoire naturelle par M. M. *Lamark*, *Bruquière*, *Olivier*, *Hauy* et *Belletier*. Tom. I. à Paris 1792. 8. S. 63 f.; überſ. in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. II. S. 403 f.

Wenn ſich der Seheſtrahl nach ein oder der andern Seite von der Perpendikellinie beym Punkte p entfernet, doch ſo, daß er noch in der Ebene bane bleibt, ſo wird der Beobachter ebenfalls wahrnehmen, daß die Bilder des Punktes p ſich verrücken, aber ſo, daß ſie immer auf der Diagonale bn ſind, und daß das tiefer liegende ſich immer näher nach dem Winkel n zu findet, als der andere.

Wenn aber der Seheſtrahl außerhalb der Ebene bane herausgehet, dann ſind die beiden Bilder des Punktes p nicht weiter auf der Linie bn, auch nicht auf einer damit parallel laufenden, ſondern auf einer Linie, die einen größern oder kleinern Winkel mit bn bildet, doch ſo, daß das tiefere Bild immer dem Winkel n am nächſten iſt.

Auch gibt es eine Stellung des Auges, bey welcher das tiefer liegende Bild in der Verlängerung des Seheſtrahls iſt. Dieſe findet Statt, wenn etwa nur 2 Grade fehlen, damit der Strahl mit der Seitenkante ab parallel ſey. In dieſem Falle hat Hauy die Neigung des Seheſtrahls, gegen die Diagonale ae unterhalb des Rhomboids genommen, 73° 38′ gefunden, woraus folget, daß der Winkel, welcher durch ae mit dem verlängerten Seheſtrahle unter der Fläche adef gebildet wird, 106° 22′ iſt, während der Winkel eab = 108° 27′.

Eine merkwürdige Beobachtung iſt folgende vom Herrn **Monge**: man nehme das Rhomboid, lege den Zeigefinger an die Kante ab und den Daumen an die Kante en, und halte die obere Fläche adef ſehr nahe ans Auge, ſo daß das eine von den beiden Bildern z. B. das Bild p, jenſeit des anderen Bildes l in Beziehung auf den Beobachter liege. Nun führe man eine Karte, die man an die untere Fläche hält, an derſelben ſanft von b gegen n bis ſie eines von den beiden Bildern bedeckt. Man ſieht mit Verwunderung, daß das Bild welches die Karte dem Geſichte entziehet, nicht das Bild p iſt, das nach der Seite hin liegt, von welcher die Karte kommt, ſondern das Bild l zunächſt an der Seite des Beobachters.

Betrachtet man die Bilder eines Punktes durch zwey über einander liegender Rhomboiden, welche ſo geſtellet ſind, daß ihre analogen Seitenflächen unter ſich parallel laufen, ſo ſieht das Auge ebenfalls noch zwey Bilder vom Punkte p, welche bloß weiter von einander abſtehen, als bey einem einzelnen Rhomboid. Wird das obere Rhomboid auf dem untern herumgedrehet, ſo daß beide eine ſolche Lage gegen einander haben, wie es die fig. 29. anzeigt, ſo ſieht das Auge ebenfalls zwey Bilder, welche einander deſto näher liegen, je mehr ſich die Dicken der angewandten Rhomboiden gleich kommen, dergeſtalt daß wenn dieſe Dicken gleich ſind, und der Punkt p auf der Diagonale b n, und der Seheſtrahl in der Ebene a e n b iſt, beide Bilder zu einem einzigen zuſammen fließen.

Merkwürdig ſind aber folgende Phänomene mit zwey Rhomboiden. Wenn dieſe ſo über einander geſtellet ſind, daß die analogen Seitenflächen mit einander parallel gehen, ſo laſſe man das obere Rhomboid auf dem untern ſich ſanft drehen, doch ſo, daß ſie mit ihren Flächen immer parallel ſind, woſern ſie nicht auf einander liegen; man wird bald zwey neue Bilder entſtehen ſehen, welche anfänglich ſehr ſchwach ſind, und nach und nach an Intenſität zunehmen. Zu gleicher Zeit werden die beiden erſten Bilder ſtuffenweiſe ſchwächer werden, und endlich ganz verſchwinden, welches geſchiehet, ehe das obere Rhomboid $\frac{1}{4}$ von der ganzen Umdrehung gemacht hat. Fährt man mit der Umdrehung des obern Rhomboids fort, ſo finden dieſelben Wirkungen Statt, aber in verkehrter Ordnung, nämlich die beiden erſtern Bilder erſcheinen wieder, und ihre Stärke nimmt nach und nach zu, während die der beiden andern abnimmt, bis ſie endlich ganz verſchwinden, wenn das obere Rhomboid gegen das Ende einer halben Umdrehung kommt. Uebrigens bemerket man, daß die vier Bilder immer gegen die vier Winkel eines Vierecks zu liegen, deſſen Figur ſich ändert, ſo wie das obere Rhomboid gegen das untere ſeine Lage ändert.

Alle dieſe Erſcheinungen erkläret Herr Hauy nach den gewöhnlichen Regeln der Brechung auf folgende Art: es ſey (fig. 30.) a e n b ein Durchſchnitt dieſes Spathes in der Ebene des Vierecks, welches in fig. 28. durch eben dieſelben Buchſtaben bezeichnet iſt. Wenn ein Strahl ſt ſenkrecht auf a e fällt, ſo wird dieſer Strahl beym Einfallspunkte t ſich in zwey Theile theilen, anſtatt einfach zu bleiben, wie im Glaſe, Waſſer u. ſ. f. Der eine t l wird in der Richtung des einfallenden Strahls bleiben, wie im gewöhnlichen Falle, und der andere wird ſich vom vorigen nach t f entfernen, und gegen den ſpitzen Winkel b zu werfen. Iſt der einfallende Strahl ST ſchief auf a e, ſo wird er ſich ebenfalls in zwey Theile theilen, wovon der eine Theil TL ſich wie gewöhnlich brechen und dem Einfallslothe CM nähern wird, ſo daß der Brechungsſinus beſtändig ⅗ des Einfallsſinus iſt; der andere Theil FT wird ſich ſtets vom vorigen entfernen gegen den Winkel b hin nach einem beſondern von Herrn Hauy nicht angegebenen Geſetze. Die Brechung dieſes Strahls TF hat mit den gewöhnlichen Brechungen das gemein, daß dieſer Strahl nach ſeinem Austritte in F eine Richtung FH erhält, die der des einfallenden Strahls TS parallel iſt. Den Strahl TL nennt Herr Hauy den **gewöhnlichen Strahl**, und den Strahl TF den **Abweichungsſtrahl**, und die Entfernung FL eines Strahls vom andern auf der untern Fläche die **Weite der Abweichung**.

Es ſey nun wiederum (fig. 31.) a e n b die vierſeitige Durchſchnittsfigur, die aus den kleinern Diagonalen der beiden Oberflächen und den zugehörigen Seitenkanten entſpringt; ferner ſey p ein ſichtbarer Punkt, der in einer gewiſſen Entfernung unter dem Spathe iſt, und ſ ſey die Stelle des Auges, der Punkt p ſchickt gegen den Spath Strahlen in allen möglichen Richtungen. Unter allen dieſen Strahlen gibt es einen wie p l, deſſen Theil l t, der als gewöhnlicher Strahl anzuſehen iſt, nach der Brechung in t zum Auge in ſ nach einer Linie t ſ, die mit p l parallel iſt, gelangt. Der Abweichungsſtrahl, welcher dem einfallenden Strahle p l zugehöret,

höret, entfernet ſich von der Richtung lt gegen den ſpitzen Winkel e zu, und da er bey ſeinem Austritte z. B. in x, wieder mit pl parallel wird, ſo geht er fürs Auge verloren.

Unter allen den andern Strahlen, die vom Punkte p ausgehen, gibt es nun einen zweyten, deſſen Richtung po ſich der Richtung pl ſo nähert, daß, wenn or der gewöhnliche Strahl für dieſen zweyten Strahl iſt, der Theil ou, welcher der Abweichungsſtrahl iſt, den Strahl lt beym Punkte k durchkreuzt, und nach ſeinem Austritte in u eine Richtung uſ parallel mit po nimmt, und das Auge trifft. Dieſe Vorausſetzung iſt immer möglich, denn weil die Weite der Abweichung ur ſtets eine merkliche Länge hat, ſo kann man den Strahl po bey einer ſo kleinen Entfernung von pl, und unter einer ſolchen Neigung nehmen, daß von der einen Seite das Ende u dieſer Weite über den Punkt t hinaus gegen den Winkel e zu liegen, und von der andern Seite der in u heraustretende Strahl gegen den Punkt ſ zu gerichtet ſey. Es gehöret aber für die Theorie, die Entfernung und Neigung, auf welche es hier ankommt, in Beziehung auf einen gegebenen Einfallswinkel des Strahls pſ zu beſtimmen.

Das Auge ſieht nun zwey Bilder von p, eines nach der Richtung ſt, welches das gewöhnliche Bild iſt, und ein anderes nach der Richtung ſu, das dem ſtumpfen Winkel n näher liegt, und das Bild der Abweichung iſt. Was den Strahl or betrifft, ſo kann er wegen ſeines Parallelismus mit po nach ſeinem Austritte in r das Auge nicht treffen.

Man ſieht nun, warum bey dem oben erwähnten Verſuche des Herrn Monge das Bild, das gegen die Seite des Beobachters in der Richtung ſu lieget, zuerſt verſchwindet, weil der Strahl po, von welchem ſu herrühret, wegen der Durchkreuzung der Strahlen ou und lt in k, auf der entgegengeſetzten Seite liegt.

Wenn der Punkt p unmittelbar auf der Baſis in bn iſt, ſo werden die Theile ko, kl null, und der Punkt k fällt mit dem Punkt p zuſammen; das Auge ſieht alſo noch immer

mit zwey Bilder vermittelſt der Strahlen kuſ, ktſ, die in der gehörigen Richtung ſind.

Zuletzt bemerket Herr **Hauy** noch, daß die Flächen des Rhomboids eine ſtark reflektirende Kraft beſitzen, woher es komme, daß gewiſſe Strahlen, die von ein und eben demſelben Punkte ausgehen, von den innern Seitenflächen in ſolchen Richtungen zurückgeworfen werden, daß ſie nach dem Austritte aus der ebenen Fläche zum Auge gelangen, und die Bilder des ſichtbaren Punktes vervielfältigen.

Herr **Hauy** nimmt bey ſeiner Erklärung der von ihm angeführten Erſcheinungen das Doppeltſehen durch den Kryſtall ſchon im voraus an, und ſucht alsdann durch Hülfe der gewöhnlichen Brechungen die Lage der doppelt gebrochenen Strahlen begreiflich zu machen. Es bleibt daher das eigentlich problematiſche noch immer unaufgelöſet, woher es nämlich komme, daß die Gegenſtände durch den isländiſchen Kryſtall dem Auge doppelt erſcheinen. Hierbey iſt es aber wohl mehr als wahrſcheinlich, daß man mit der gewöhnlichen Brechung des Lichtes nicht auskomme, ſondern daß vielmehr ein Grund in der Structur des Kryſtalles zu liegen ſcheine.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** Th. II. S. 399 f.

Kryſtalliſation, Kryſtalliſirung (cryſtalliſatio, cryſtalliſation) iſt eine natürliche oder künſtliche Operation, vermöge welcher verſchiedene Körper aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten ſo gebracht werden, daß ſie durch die Verbindung ihrer Theile Körper von regelmäßiger Geſtalt bilden. Bisweilen verſteht man auch unter dem Worte Kryſtalliſation die aus dieſer Operation erzeugten Produkte oder die Kryſtalle ſelbſt.

Die Bedingungen, unter welchen ſich Körper kryſtalliſiren laſſen, ſind folgende: 1. müſſen ſie in den Zuſtand der Flüſſigkeit gebracht werden, um Verſchiebbarkeit der Theile im hohen Grade zu erhalten, und 2. müſſen ſie allmählig und ohne Störung wieder erſtarren, oder aus Flüſſigkeit in Feſtig-

Feſtigkeit übergehen, während welches Ueberganges ſich die Theile in beſtimmten Richtungen an einander fügen, und ſo Körper von beſtimmten Umriſſen, wenigſtens von beſtimmtem Gefüge bilden. Die erſte Bedingung wird bey feſten Körpern entweder durchs Schmelzen, oder durchs Auflöſen in andern liquiden Körpern, oder durch Verwandlung in Dampf, oder auch durch höchſt feine Zertheilung in einem flüſſigen Mittel erhalten, wobey aber überhaupt keine andere Art von Bewegung, wie Schütteln, Umrühren, die ſich von ſelbſt verbindenden Theile ſtören muß. Bey einem zu plötzlichen Uebergange haben die Theile nicht Zeit genug, ſich regelmäßig an einander anzulegen, und die Bildung wird unförmlich.

Unter dieſen angenommenen Bedingungen läßt ſich wohl allgemein behaupten, daß alle feſte Körper eine beſtimmte Geſtalt annehmen, um dadurch entweder gewiſſe beſtimmte Formen im Umriſſe, oder wenigſtens ein beſtimmtes Gefüge erhalten. In der Natur trifft man eine ſolche regelmäßige Geſtalt an ſehr vielen feſten Körpern in mancherley Verſchiedenheiten, und wenn bey manchen Arten dieſe regelmäßige Geſtalt nicht angetroffen wird, ſo läßt ſich doch ſchließen, daß bey ihrem Geſtehen die Bedingungen fehlten, unter welchen jene Erſcheinung nur Statt finden kann.

So iſt das Gefrieren des Waſſers eine wahre Kryſtalliſation, beſonders am Fenſter. Beym langſamen Erſtarren des Waſſers legen ſich die Theile desſelben in ſpitzigen Nadeln an einander, welche eine Neigung von 60 bis 120 Grad gegen einander haben, und Blättchen oder Flocken bilden. M. ſ. **Eis, Schnee.**

Ferner nehmen auch die Metalle, der Schwefel, das Glas u. ſ. beym langſamen Erkalten eine gewiſſe beſtimmte regelmäßige Geſtalt an. Auch erfolget dieß bey Subſtanzen, deren Theile durch Waſſer von einander getrennt ſind, wenn das Waſſer langſam verdunſtet. Auf dieſe Weiſe erkläret **Macquer** die natürliche Kryſtalliſation der Edelſteine, des

Berg-

Bergkryſtalls, der Spathe u. ſ. f. ja ſogar der Kieſe und der metalliſchen Subſtanzen.

Unter allen Subſtanzen aber ſind beſonders die Salze zur Kryſtalliſirung geneigt, und zeigen die Erſcheinungen derſelben am deutlichſten. Das erſte und vorzüglichſte Mittel, die Salze zu kryſtalliſiren, iſt das **Abdampfen**, wodurch ihnen nämlich das überflüſſige Waſſer, welches ſie noch im flüſſigen Zuſtande erhielt, genommen wird. Durch dieſe Operation verwandeln ſie ſich in Kryſtalle, oder ſchießen in Kryſtalle an. Während des Kryſtalliſirens aber verbindet ſich ein Theil des Waſſers als Eis mit den Salzen, welches als ein weſentlicher Beſtandtheil der Salzkryſtallen anzuſehen iſt. Man nennt es gewöhnlich Kryſtalliſationswaſſer, ſollte aber richtiger Kryſtalliſationseis genannt werden. Beraubet man den Salzkryſtallen dieſes feſte Waſſer, ſo verlieren ſie zugleich ihre regelmäßige Geſtalt und ihre Durchſichtigkeit, und zerfallen in ein zerreibliches Salz, welches jedoch alle weſentliche Eigenſchaften unverändert beybehält. Einige Salze enthalten mehr Kryſtalliſationswaſſer, andere weniger. Das Glauberſalz, das Mineralalkali, der Alaun, das Eiſenvitriol enthalten beynahe die Hälfte ihres Gewichtes; hingegen der Salpeter und das Kochſalz enthalten nur wenig. Uebrigens werden die Kryſtalle deſto regelmäßiger, je langſamer die Abdampfung geſchiehet.

Ein anderes Mittel, Salzkryſtalle zu erhalten, iſt das **Abkühlen.** Es gibt nämlich Salze, welche ſich im warmen Waſſer weit leichter und häufiger auflöſen laſſen, als im kalten. Enthält nun ein ſiedheißes Waſſer ein ſolches Salz bis zum Sättigungsgrade aufgelöſet in ſich, ſo muß es natürlich beym Erkalten das überflüſſige Salz, welches es als kaltes Waſſer nicht aufgelöſet halten kann, fahren laſſen. Erfolget das Abkühlen des Waſſers ſehr langſam, ſo werden auch die Kryſtallen deſto regelmäßiger; geſchieht aber das Erkalten plötzlich, ſo bilden ſich nur kleine und unregelmäßige Salzkryſtallen. So läßt ſich der Salpeter am beſten durchs Abkühlen kryſtalliſiren. Es wird nämlich das Waſſer nur

ſo

ſo weit abgedampfet, bis es die Siedhitze angenommen, nachher läßt man es langſam erkalten. Iſt dieß geſchehen, ſo gießt man die Salzlauge, welche noch Salpeter enthält, von den angeſchoſſenen Kryſtallen ab, dampft ſelbige wiederum bis zur Siedhitze ab, und läßt ſie dann aufs neue erkalten und ſo ferner.

Ein drittes Mittel, Salze zu kryſtalliſiren, iſt dieſes, daß man durch Zuſätze von neuen Subſtanzen, welche mit dem Waſſer näher verwandt ſind, den Salzen das zu ihrer Auflöſung nöthige Waſſer entziehet. Auf dieſe Weiſe laſſen ſich die Auflöſung von Glauberſalz, Kochſalz und vitrioliſirten Weinſtein durch zugegoſſenen Weingeiſt ſogleich zum Anſchießen bringen. Die plötzliche Entſtehung aber macht die Kryſtalle klein und unregelmäßig.

Eine jede Salzart hat eine eigene beſtimmte Form von Kryſtallen. So gibt das Kochſalz zum Theil Würfel, zum Theil vierſeitige hohle Pyramiden, welche wie Mühlentrichter auf der Spitze ſtehen u. ſ. f.

Romé Delisle [α]) hat die Geſtalten der in der Natur vorkommenden Kryſtalliſationen geſammelt und geometriſch betrachtet. Auch kann man hierüber nachſehen die Schriften von **Bergmann** [β]), **Werner** [γ]), **Kramp** und **Bekkerhin** [δ]).

Der Herr Abbé Hauy [ε]) hat ſich bemühet, die Formen dieſer Kryſtallen in ihrer Entſtehung zu entdecken. Die erſten Grundgeſtalten verbinden ſich in der beſtimmten eigenthümlichen Geſtalt mit einander, die beym Anwachs beſtändig

α) Eſſai de cryſtallographie à Paris 1772. 8. Verſuch einer Kryſtallographie von Romé Delisle, aus d. Franz. mit Anmerk. und Zuſätz. von C. E. Weigel. Greifsw. 1777. 4. Cryſtallographie, ou deſcription des formes propres du regne mineral. Tom. I-IV. Paris 1784. 8.

β) De formis cryſtallorum, praeſertim e ſpatho ortis; in ſein. opuſc. phyſico-chemicis. Vol. II. p. 1 ſqq.

γ) Von den äußerlichen Kennzeichen der Foſſilien. Leipzig, 1784. 8.

δ) Kryſtallographie des Mineralreichs. Wien 1793. 8.

ε) Eſſai d'une théorie ſur la ſtructure des criſtaux à Paris 1784. Grens neues Journal der Phyſik. B. II. S. 418 f.

dig beybehalten wird. Oefters geſchiehet aber der Anwachs in der Folge nach andern Geſetzen; die primitive Grundgeſtalt dienet alsdann zum Kern, an deſſen Flächen ſich neue Schichten anſetzen, und größere Kryſtallen von ſecundären Geſtalten bilden. Nach Herrn **Hauy** laſſen ſich alle bis jetzt gefundene primitive Formen auf ſechs zurückbringen, nämlich das **Parallelepipedum**, wohin der Würfel, das Rhomboid, und alle Solida gehören, welche von ſechs ebenen Flächen umſchloſſen werden, wovon je zwey parallel ſind; das **regelmäßige Tetraedrum**; das **regelmäßige Octaedrum**; die **ſechsſeitige Säule**, das **Dodecaedrum** mit gleichen und ähnlichen Rautenflächen; und das **Dodecaedrum** mit dreyſeitigen gleichſchenklichen Flächen.

Die Kryſtallen gehören zu denjenigen Körpern, die man nach bekannten Geſetzen unordentliche nennen kann. Herr Hofr. **Käſtner** *) hat die Theorie derſelben auch mit Rückſicht des Herrn **Hauy** Anwendungen in einigen Abhandlungen bearbeitet.

Uebrigens iſt wohl nicht zu läugnen, daß die Kryſtalliſation in der Natur eine Operation iſt, welche die wichtigſten Erſcheinungen hervorbringt. Allein man hat bis jetzt noch nicht erklären können, auf welche Art die Kryſtallen entſtehen. Die Bedingungen, unter welchen die Kryſtalliſation Statt findet, beweiſen aber, daß die chemiſche Cohäſion ein Hauptgrund ſey. Hieraus läßt ſich auch zugleich begreifen, warum die Operation ſelbſt nur langſam von Statten gehen müſſe, wenn man recht regelmäßig geformte Kryſtallen haben will. Denn zu plötzliche Zurückſtoßung und Anziehung würde den Theilen keine Zeit laſſen, ſich in regelmäßige Formen mit einander zu verbinden. Auch ſcheint ſelbſt des **de la Metherie** **) Meinung ſich darauf zu beziehen,

*) De corporibus polyedris data lege irregularibus; in comment. Goetting. Tom. VI. ad an. 1783. 1784.; und ebendaſ. de ſectionibus ſolidorum, cryſtallorum ſtructuram illuſtrantibus.

**) Theorie der Erde; a. d. Franz. überſ. von Eſchenbach. Leipz. 1797. 8. Th. I. S. I.

ziehen, wenn man nur die atomiſtiſche Vorſtellung, welche dieſer Gelehrte dabey hatte, bey Seite ſetzet. Er ſaget nämlich, alle Erſcheinungen, welche die Kryſtalliſation darbietet, hängt von zwey Haupturſachen ab:

1. Von der urſprünglichen Geſtalt der kleinſten Theile, durch deren mechaniſche Zuſammenfügung ein jeder Kryſtall entſtehet; von der dreyeckigen Fläche; von der rechtwinkligen Fläche; von der rhomboidaliſchen Fläche. Eine jede dieſer Flächen kann nach ihren drey Ausdehnungen, der Länge, der Breite und Dicke verſchieden ſeyn, und bey den dreyeckigen und rhomboidaliſchen Flächen können auch in Hinſicht auf die Größe ihrer Winkel Verſchiedenheiten Statt finden.

2. Von der Stärke der Verwandtſchaft, vermöge welcher ein Theil an den andern anhängt. Dieſe Verwandtſchaft, die in Rückſicht auf die anziehenden Theile Statt findet, hat ohne Zweifel eine Urſache; allein die Art, auf welche ſie wirkt, iſt uns gänzlich unbekannt.

Nach des **de la Metherie** Meinung beſitzet ein jedes Theilchen der Materie, jedes erſte Körperchen, eine Geſtalt, die es wegen ſeiner großen Härte beſtändig behält. Auch hat es eine eigene Kraft, die es der Analogie nach nie verliert, und unzertrennlich damit verbunden iſt. Dieſe Kraft iſt dem Theile weſentlich, und ſie iſt der Grund aller Wirkungen und aller Bewegungen in dem Univerſum. Vermöge dieſer Kraft beſtreben ſich die Theilchen der Materie mit einander zu verbinden. Durch die Verbindung dieſer urſprünglichen Theilchen werden zwey Arten von Körpern, flüſſige und feſte gebildet. Die Flüſſigkeiten ſind aus runden oder beynahe runden Theilchen zuſammengeſetzet; die feſten hingegen beſtehen aus dreyeckigen, rhomboidaliſchen und rechtwinkligen Theilchen; wenn aber die feſten Körper durch die Wirkung des Feuers in einen flüſſigen Zuſtand übergehen, oder in Dämpfe verwandelt werden, ſo nehmen ihre Theilchen eine runde Geſtalt an. Es ſey aber gänzlich unbekannt, wie das Feuer dieſe Wirkung hervorzubringen im Stande ſey. Dieſe beiden Arten von Körpern bilden nun die Weſen, die man gewöhn-

gewöhnlich die Elemente zu nennen pfleget, wohin das Feuer, die Luft, das Licht, das Waſſer und die Erde gehören. Dieſe Elemente ſelbſt behalten ihre Wirkſamkeit, und beſitzen eine eigenthümliche Kraft, vermöge welcher ſie ſich gleichfalls unter einander vereinigen und ſich den Geſetzen der Verwandtſchaften, die ſich in Rückſicht der anziehenden Theilchen äußern, gemäß an einander anhängen. Die Geſtalt der Theilchen derjenigen von dieſen Elementen, die fähig ſind, ſich zu kryſtalliſiren, zu welchen das Waſſer gehöret, muß entweder dreyeckig, oder rhomboidaliſch, oder rechtwinklig ſeyn. Indeſſen werden dieſe Theilchen, indem ſie in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergehen, durch ihre Verbindung mit dem Feuer eine runde Geſtalt annehmen. Alle Theilchen der nicht unter einander verbundenen Materien, und alle Elemente, die aus denſelben gebildet, und in dem Weltraume verbreitet ſind, werden wechſelsweiſe auf einander wirken, ſich bald mit einander vereinigen, und bald darauf wieder von einander entfernen, und ſich wieder aufs neue mit einander verbinden, ſo daß dieſe Wirkungen endlich eine allgemeine Kryſtalliſation der ganzen exiſtirenden Materie zur Folge haben werden. Es erhellet daraus, daß nach de la Metherie Meinung allen Theilen der Materie weſentliche Kraft zukommt, ſich mit einander zu vereinigen, und daß vorzüglich dieſe in Verbindung mit den Grundformen der Theilchen die Urſache der Kryſtalliſation ſey. Es iſt aber klar, daß keine neue Verbindung der Theile eines Körpers erfolgen kann, wenn nicht eine Zurückſtoßung derſelben vorhergegangen iſt, und daraus erhellet, daß der Körper, welcher kryſtalliſiret werden ſoll, vorher in einen flüſſigen Zuſtand verſetzet werden müſſe. Erfolget nun das Abſtoßen der Theile und die nachherige Verbindung nicht ſo ſchnell, ſo haben die Theilchen Zeit genug, ſich regelmäßig an einander zu legen, und auf dieſe Weiſe die Kryſtalle zu bilden, welche bey verſchiedenen Körpern auch verſchiedentlich ausfallen müſſen, wegen der verſchiedenen qualitativen abſtoßenden und anziehenden Kraft, die den neuen Körper erzeugen.

Kryſtallinſe ſ. Auge.

Kuchen des Elektrophors ſ. Elektrophor.

Küchenfeuer ſ. Wärmeſtoff.

Küchenſalz ſ. Salze.

Küchenſalzſäure ſ. Salzſäure.

Küſſen der Elektriſirmaſchine ſ. Reibzeug.

Kugeln der Elektriſirmaſchinen ſ. Elektriſirmaſchine.

Kugelſpiegel ſ. Spiegel.

Kupfer (cuprum, aes cyprium, cuivre) iſt ein unedles Metall von einer rothen Farbe, die aber nach der verſchiedenen Reinigkeit auch verſchieden iſt. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt nach **Bergmann** 8,876, beym japaniſchen Kupfer iſt es bis 9,000 in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers = 1. Es iſt dieſes Metall ſehr dehnbar, und läßt ſich zu ſehr feinem Drahte ziehen, und zu ſehr dünnen Blättern ſchlagen. Auch ſeine abſolute Feſtigkeit iſt ſehr groß; nach **Muſſchenbroek** trägt ein Kupferdraht von $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer ein Gewicht von 299$\frac{1}{4}$ Pfund; nach des Herrn Grafen **von Sickingen** genauern Verſuchen zerriß ein Kupferdraht von 0,3 Linien Dicke und zwey Fuß Länge von 33 Pfund 7 Quentchen und 64 Grän. Es iſt daher die Feſtigkeit nach letzterem größer als die des Goldes und Silbers, nach erſterem aber geringer. Auch iſt es härter, elaſtiſcher, und daher klingender, als das Silber. Sein Bruch iſt hakig. Wenn es gerieben und erhitzet wird, hat es einen merklichen und widrigen Geruch und Geſchmack.

Es iſt ſehr ſtrengflüſſig, und erfordert zum Schmelzen eine Hitze, die ſich nach **Mortimer** auf 1450 Grade nach Fahrenheit ſchätzen läßt. Ehe es aber ſchmelzt, wird es bey einer ſtuffenweiſe und allmähligen Erhitzung auf ſeiner Oberfläche mit mancherley bunten Farben des Regenbogens überzogen. Wird es bis zum Glühen erhitzt, und beym Zugange der Luft eine Zeitlang darin erhalten, ſo wird es, auch ehe es ſchmelzt, mit einem ſchwarzbraunen ſchuppigen Kalke überzogen, welcher ſich durchs Hämmern oder durchs Ab-

löſchen

löſchen im kalten Waſſer davon trennen läßt, und **Kupferhammerſchlag**, auch wohl **Kupferaſche** (cinis aeris, aes vſtum, ſquama aeris) genannt wird. Er iſt ein unvollkommener Kupferkalk, und ſchwerer als das Kupfer ſelbſt zu ſchmelzen. Wird dieſer Hammerſchlag unter einer Muffel beym Zugange der Luft gebrannt, ſo wird er vollkommener Kalk von dunkel rothbrauner Farbe.

Im Schmelzen brennt das Kupfer beym Zugange der Luft mit einer ſchönen grünen und blauen Farbe und einem Rauche, der einen grün grauen lockern Kalk, wie Blumen, abſetzet, und **Kupferblumen** heißt. Dieſe Blumen ſind feuerbeſtändig, und ſchmelzen auch zu Glas.

Die vereinigten Wirkungen der reſpirabeln Luft und des Waſſers verwandeln das Kupfer auf der Oberfläche ebenfalls in einen grünen Kalk oder **Kupferroſt**, welchen man im gemeinen Leben auch wohl **Grünſpan** nennt.

Das reguliniſche Kupfer löſet ſich in allen Säuren auf, und die Auflöſungen erhalten entweder eine grüne oder blaue Farbe. Aus der Auflöſung in Schwefelſäure, welche concentrirt ſeyn und von der Hitze unterſtützet ſeyn muß, wenn jene von Statten gehen ſoll, erhält man durchs Abdampfen und Abkühlen ein Mittelſalz in blauen Kryſtallen, welches **blauer Vitriol, cypriſcher Vitriol** oder auch **Kupfervitriol** (vitriolum caeruleum, cyprium veneris, cuprum vitriolatum) genannt wird. Die Salpeterſäure löſet ſelbſt in der Kälte das Kupfer mit Heftigkeit und unter Erhitzung auf. Dabey entwickelt ſich viel Salpetergas. Dieſe Auflöſung gibt nach ſchnellem Abdampfen eine an der Luft zerfließende unförmliche Salzmaſſe, das **ſalpeterſaure Kupfer** (cuprum nitricum, nitras cupri, nitrate de cuivre). Wird aber die Auflöſung dieſes ſalpeterſauren Kupfers mit Vorſicht abgedunſtet und abgekühlt, ſo erhält man daraus dünne Kryſtalle, welche nach **Fourcroy** ſechsſeitig, prismatiſch und unregelmäßig abgeſtumpft ſind, und divergirende Büſchel bilden. Dieſe Kryſtalle ſind von Farbe glänzend blau, von Geſchmack ätzend, ziehen Feuchtigkeit

 an,

an, und löſen ſich im Waſſer und Weingeiſte auf. Durch die Salzſäure wird das Kupfer nur ſchwach aufgelöſet, und zwar am beßten in der Hitze, und wenn ſie concentriret iſt. Die Auflöſung iſt zuerſt braun, und wird grün, wenn man ſie mit Waſſer verdünnt. Aus dieſer Auflöſung erhält man durchs Abrauchen nadelförmige Kryſtalle, welche gewöhnlich an der Luft zerfließbar ſind. Auch die Pflanzenſäuren verbinden ſich leicht mit dem Kupfer. Durch Hülfe der Eſſigſäure erhält man den ſo genannten **Grünſpan** oder das **Spangrün** (aerugo, aes viride, viride aeris). Löſet man dieſen in concentrirter Eſſigſäure auf, und dampft dieſe Auflöſung ab, ſo bekommt man nach der Abkühlung ſchöne dunkelgrüne Kryſtalle, die gewöhnlich **deſtillirter Grünſpan**, **gereinigter** oder **cryſtalliſirter Grünſpan** genannt werden. Durch die Deſtillation kann man aus dieſen eine äußerſt concentrirte Eſſigſäure gewinnen, der man den Nahmen **Kupferſpiritus** auch wohl **radikalen Eſſig** gegeben.

Aus allen Auflöſungen des Kupfers in Säuren wird daſſelbe durch die Alkalien und alkaliſchen Erden bläulich weiß niedergeſchlagen; dieſe Niederſchläge aber erlangen beym Trocknen eine grüne Farbe.

Auch löſen die Laugenſalze das Kupfer auf, aber nur beym Zutritt der freyen Luft, und die Auflöſungen erhalten eine blaue Farbe. Die Auflöſung des Kupfers mit dem Ammoniak gibt hierbey ein beſonderes Phänomen. Füllt man nämlich eine gläſerne Flaſche mit eingeriebenem Stöpſel ganz mit ätzendem Salmiakgeiſte an, thut etwas Kupferfeile hinzu, und verſchließet ſogleich genau die Flaſche, daß keine Luft mit eingeſchloſſen iſt, ſo geht keine Auflöſung vor ſich. Iſt aber über der Flüſſigkeit etwas wenig Luft, oder es wird die Flaſche einige Zeit geöffnet, und dann wieder verſchloſſen, ſo erfolget eine Auflöſung, welche ganz farbenlos iſt, aber ſo bald der Stöpſel aufgemacht iſt, von der Oberfläche an ganz blau gefärbet wird. Thut man alsdann wieder friſche Kupferfeile hinzu, und verſchließt ſogleich die Oeffnung wieder,

der, ſo verlieret die Solution nach einiger Zeit ihre blaue Farbe wieder, und wird ungefärbt, kömmt aber beym Zugang der Luft wieder u. ſ. f. Dieſes Phänomen wird ſo erkläret. Das Kupfer löſet ſich als ſolches im Ammoniak gar nicht auf, wohl aber wenn es Sauerſtoff aus der reſpirabeln Luft aufgenommen hat. Wird nun das Kupfer nur ſo ſchwach verkalkt, als gerade zur Auflöſung nöthig iſt, ſo iſt die Auflöſung farbenlos: wird aber das Kupfer noch ſtärker verkalkt, ſo wird nun die Auflöſung blau. Dieſe Farbe wird durch zugeſetztes Kupfer der Auflöſung dadurch benommen, daß es den ſtärker verkalkten Kupfer wieder Sauerſtoff entzieht, mithin die Auflöſung ungefärbt macht, wenn die Flaſche verſtopft bleibt. Dieſe Auflöſung des Kupfers im Ammoniak gibt ſehr dunkle und ſchöne blaue Kryſtalle, welche ſich an der freyen Luft in ein helleres Grün verwandeln, und **flüchtiges Kupferſalz** heißen.

Auch die Oele und Fette löſen das Kupfer auf, und werden davon grün gefärbt.

Der Schwefel zeiget eine große Wirkung gegen das Kupfer, macht es ſchmelzbarer, und bringt es in einen erzartigen kieſichten Zuſtand.

Das Kupfer verbindet ſich mit allen metalliſchen und ſalzigen Subſtanzen, und wurde daher von den Alchymiſten mit dem Nahmen **Venus** (meretrix metallorum) beleget. Mit andern Metallen verbunden gibt es im gemeinen Leben ſehr nützliche und brauchbare Compoſitionen. So wird es gebrauchet zum **Legiren**, zum **Tomback**, zum **Semilor**, **Meſſing**, **Glockenſpeiſe** u. d. g. Auch bedienet man ſich der Kupferkalke zur Porzellan- und Emailmahlerey, und die Niederſchläge mit alkaliſchen Erden zur Bereitung einiger Mahlerfarben.

Das Kupfer wird oft, doch aber nicht ſo häufig, als das Silber, gediegen in Geſtalt von Blättchen und Bäumchen gefunden. Häufiger findet man es verkalkt und vererzt, im Rothkupfererz, Ziegelerz, Kupferlaſur, Malachit, Kupfergrün, eiſenſchüſſig Kupfergrün, Kupferglas, Bunt-Kupfererz,

Kupferkies, Weiß-Kupfererz, Fahlerz, Kupferſchwärze, Olivenerz, Kupfervitriol. In Anſehung der Farben ſind die Kupfererze verſchieden, beſitzen aber gewöhnlich ein güldiſches Anſehen, woran ſie ſehr leicht zu erkennen ſind.

M. ſ. **Gren** Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2682 f.

Kurzſichtig ſ. Auge.

Kyanometer, Cyanometer (cyanometrum, cyanométre) iſt eine von Herrn **de Sauſſüre** angegebene Vorrichtung, um den Grad oder Nüance der blauen Farbe des Himmels beſtimmt anzugeben. Der Nahme Kyanometer leitet ſich von dem griechiſchen Worte *κύανος*, welches den Sapphir und andere blaue Steine, die blaue Kornblume, oft auch die blaue Farbe ſelbſt bedeutet; folglich Kyanometer eben ſo viel ſagen will, als das Maß der Bläue.

Nach dem Herrn **de Sauſſüre** rühren die verſchiedenen Nüancen der blauen Farbe des Himmels vom dunkelſten bis zum bläſſeſten Blau vorzüglich von den undurchſichtigen Dünſten, welche in der Luft noch nicht aufgelöſet ſind, her. Daher erſcheinet das Blau des Himmels auf den Bergen gewöhnlich deſto dunkeler, je höher ſie ſind, deſto bläſſer aber je niedriger ſie liegen. Dieß veranlaßte den Herrn **de Sauſſüre**, ein Mittel zu entdecken, wodurch man eine Reihe von gleichen Gradationen, oder Nüancen erlangte, welche vom Weiß, oder von der gänzlichen Abweſenheit des Blauen, bis zum möglichſt dunkelen Blau und ſelbſt bis zum Schwarz ganz beſtimmt wären. Zuerſt verfiel er auf den Gedanken, ein gewiſſes blaues Pigment mit verſchiedenen Quantitäten Waſſers, welche in einem beſtimmten Verhältniſſe zunahmen, oder mit Weiß zergehen zu laſſen; allein es ward ſchwer, auf dieſe Weiſe die Intenſität des angenommenen Blau gehörig zu beſtimmen, und überdieß bekam er keine verhältnißmäßige Folge, indem die Abnahme der Tinten nicht mehr in demſelben Verhältniſſe erfolgte, ſobald man über einen gewiſſen Grad der Verdünnung hinauskam. Zuletzt ſchien ſich der Unterſchied der Tiefe oder Höhe

zweyer

zweyer Nüancen nicht beſſer beſtimmen zu laſſen, als durch die Entfernung, in welcher man ſie nicht weiter von einander unterſcheiden konnte. Dieſe Entfernung iſt jedoch bey verſchiedenen Perſonen nach der Güte des Auges und nach der Stärke des Lichtes, welches die Farben hell machet, verſchieden. Dieſerwegen nimmt der Herr **de Sauſſüre** zu dieſer Entfernung keine beſtimmte Größe, ſondern eine Diſtanz an, bey welcher das Auge des Beobachters einen ſchwarzen Kreis von beſtimmter Größe auf einem weißen Grunde nicht mehr unterſcheiden kann. Wird nun dieſer Kreis den Farbennüancen unter derſelben Beleuchtung zur Seite geſtellet, ſo gibt ſeine Größe, wenn er in derſelben Entfernung verſchwindet, in welcher auch der Unterſchied der beyden Farben verſchwindet, ein Maß der Verſchiedenheit dieſer Farben. Je größer demnach ein Kreis zu dieſer Abſicht erfordert wird, deſto größer iſt der Unterſchied der Farben, und umgekehrt.

Herr **de Sauſſüre** nahm einen ſchwarzen Kreis von $1\frac{3}{4}$ Linien Durchmeſſer zum Maßſtabe an. Die Null der Skale in der Stufenfolge der Farben, oder die gänzliche Abweſenheit der blauen Farbe, zeiget er durch einen Streifen von weißem Papiere an; das ſchwächſte Blau oder Num. 1. iſt ein Papierſtreifen, welcher ſehr ſchwach mit einem blaſſen Blau gefärbet iſt, ſo daß man dasſelbe in einer Diſtanz, in welcher der ſchwarze Kreis nicht mehr bemerket wird, vom Weiß nicht mehr unterſcheiden kann, daß aber doch der Augenblick noch bemerkbar iſt, wenn man ſich wieder nähert, oder den Kreis wieder zu ſehen anfängt. Auf eben dieſe Art iſt die Nüance Num. 2. durch Vergleichung mit Num. 1. und Num. 3. durch Vergleichung mit Num. 2. u. ſ. w. beſtimmt worden. So gehet es vom hellen zum dunkelern ſtufenweiſe fort bis zum dunkelſten Blau, welches Berlinerblau von der beſten Beſchaffenheit klar gerieben und mit Gummiwaſſer angemacht geben kann. Um nun den andern Endpunkt der Skale zu erhalten, miſchte er Beinſchwarz mit dem Blau immer in ſtärkern Quantitäten, und ging ſo bis zum

ganz reinen Schwarz fort. Auf ſolche Art erhielt er, den Kreis von $1\frac{3}{4}$ Linien Durchmeſſer zum Maßſtabe angenommen, zwiſchen Weiß und Schwarz 51 Nüancen, welches 53 Tinten gibt, wenn man dazu die beyden Extreme rechnet. Wenn man einen Kreis von größerem Durchmeſſer als Maßſtab annimmt, ſo wird die Anzahl der Nüancen geringer, laſſen ſich aber leichter von einander unterſcheiden, als beym erſtern Falle. Ein jeder Beobachter muß die Größe ſeines Kreiſes, und die Anzahl der Nüancen merken, welche er zwiſchen Weiß und Schwarz erhalten hat, alsdann laſſen ſich alle Beobachtungen ſo mit einander vergleichen, wie man ſie an Thermometern von verſchiedenen Skalen vergleichet, wenn die Anzahl der Grade des Fundamentalabſtandes bekannt iſt.

Von allen dieſen mit den verſchiedenen Nüancen von Blau gefärbten Papieren werden gleich große Stücken vom Schwächſten bis zum Dunkelſten auf dem Rande einer Scheibe von weißer Pappe herum geklebet. Dieſe Pappe iſt eben das **Kyanometer.**

Wenn man es gebrauchen will, ſo ſtellt man es an einem freyen Orte, wo die Farben durch ein ſtarkes Tageslicht vollkommen hell gemacht werden, zwiſchen den Himmel und das Auge, und ſucht die Nüance welche mit dem Blau des Himmels übereinſtimmet. Zu bemerken iſt, daß die Beobachtung nicht an den Sonnenſtrahlen gemacht werde, ſondern daß man vielmehr eine ſolche Stellung habe, damit die Farben vollkommen erleuchtet und im Schatten ſind. Auch auf die Stellung der Sonne muß Rückſicht genommen werden, weil der Himmel gerade unter der Sonne dunſtiger, mithin ſein Blau ſchwächer, als auf der entgegengeſetzten Seite iſt.

Der Herr **de Sauſſüre** und ſein Sohn betrachteten im Jahre 1788 den Himmel auf dem Col dû Géant, 1763 Toiſen über der Meeresfläche, während die Herrn **Sennebier** und **Pictet** in Genf, und Herr **l'Eveque** in Chomouny zu gleicher Zeit Beobachtungen anſtellten. Auf dem Berge war die

am Zenith früh um 4 Uhr zwiſchen 15 und 16, ſtieg bis 6 Uhr auf 27, bis 10 Uhr auf 31, erhielt ſich bey dieſem Größten bis 2 Uhr, nahm bis 4 Uhr auf 24, bis 6 Uhr auf $18\frac{1}{2}$, bis 8 Uhr auf $5\frac{1}{2}$ ab. Zu Chamouny war früh um 4 Uhr die Farbe $14\frac{1}{2}$, ſtieg langſam bis 11 Uhr auf 18 bis 19; erhielt ſich hierbey bis Abends 6 Uhr, und nahm bis 8 Uhr auf 16 ab. Zu Genf kam ſie früh von 6 bis 8 Uhr von 15 bis 21, ſtieg um 10 Uhr bis auf $22\frac{1}{2}$ und fiel von 4 Uhr bis 6 Uhr von 20 auf 16. Das dunkelſte Blau des Himmels war auf dem Berge 37, zu Chamouny 27 und zu Genf $26\frac{1}{2}$. Hierdurch beſtätiget es ſich, daß es am Zenith eines Thales mehr Dünſte als am Zenith einer Ebene gibt, weil ſie ſich dort nicht allein vom Boden des Thals, ſondern auch von den umgebenden Bergen zur Seite erheben.

Im Jahre 1787 fand der Herr **de Sauſſüre** den Himmel auf dem Montblank von einer Farbe, welche mit Num. 39. des Kyanometers zuſammenſtimmte. Dieſe dunkele Farbe rührt von der großen Dünne und Durchſichtigkeit der Luft her, welche nicht verſtattet, viel Strahlen zu reflektiren. Herr **de Sauſſüre** ſchätzt die wahre Farbe der Luft um 34, welches Blau ſehr lebhaft, und ohne Beymiſchung von Schwarz iſt.

Am Horizonte wurde die Farbe beſtändig ſehr blaß gefunden, am dunkelſten noch zu Mittage. Auf dem Geant kam ſie früh von 4 Uhr bis Mittag von $4\frac{1}{2}$ auf $11\frac{1}{2}$, und nahm gegen Abend ſo ab, daß man um 8 Uhr gar keine blaue Farbe mehr wahrnehmen konnte, ſondern der Himmel ganz roth oder gelblich ſchien. Die Veränderungen waren zu Chamouny weit unbeträchtlicher, indem die Farbe von 4 Uhr früh bis Mittag von $5\frac{1}{2}$ auf 9 kam, und bis 8 Uhr Abends wieder auf 5 abnahm. Zu Chamouny kann man aber den eigentlichen Horizont nicht ſehen, weil die Berge 4 bis 5 Grad davon bedecken, da man im Gegentheil auf dem Geant tiefer in die Region der Dünſte hinabſieht.

Folgende Tabelle zeigt die Veränderungen der Farben vom Horizonte an bis zum Zenith:

Höhen

Höhen	Farben		
	Geant 15. Jul.	Geant 17. Jul.	Genf 21. April 1790.
0 Grad	11	—	4
10	20	18	9
20	31	20	13
30	34	29	15½
40	37	32	17½
50	37	33	19
60 bis 90	37	34	20

Auf dem Berge iſt die Folge ſehr unregelmäßig, weil in einem ſo abwechſelnden Lande, wie um den Col du Geant, die Vertheilung der Dünſte nicht anders als ſehr ungleichförmig ſeyn kann, dahingegen weit mehr Regelmäßigkeit in der gleichförmigen Pläne um Genf Statt findet.

Uebrigens iſt es leicht einzuſehen, daß mit dieſer Geräthſchaft überhaupt keine große Genauigkeit zu hoffen iſt, weil man ſchwerlich wird behaupten können, daß das Auge ein gleiches Vermögen beſitzet, kleine Objekte in der Entfernung wahrzunehmen, und ſchwach nüancirte Farben gehörig von einander zu unterſcheiden.

M. ſ. Beſchreibung eines Kyanometers oder eines Apparats zur Meſſung der Intenſität der blauen Farbe des Himmels von Herrn **de Sauſſüre** aus dem Journal de phyſique. Mars 1791. p. 199.; überſ. in **Grens** Journal der Phyſik, B. VI. S. 93. u. f.

L.

Ladung, elektriſche ſ. **Flaſche, geladene.**

Länge der Geſtirne (longitudo aſtrorum, longitude des aſtres) iſt der Bogen der Ekliptik (fig. 32.) o l von dem Frühlingspunkte o bis an die Stelle l, woſelbſt der Breitenkreis q h l des Sternes h die Ekliptik ſchneidet, gerechnet. Die Grade der Ekliptik zählet man vom Frühlingspunkte aus von Abend gegen Morgen oder nach der Folge der Zeichen um den Himmel herum fort, mithin die Länge eines Sternes nahe an 360° haben kann. Gewöhnlich

lich wird aber die Länge eines Sternes ſo angegeben, daß man ſich dabey der Zeichen, in welche die Ekliptik eingetheilet wird, jedes zu 30° gerechnet, bedient. Wenn z. B. die Länge eines Sternes 344 Grad beträgt, ſo drückt man ſie durch 11^z 14°, oder weil am Ende des 11ten Zeichens das Zeichen der Fiſche ♓ anfängt, durch 14° ♓ aus.

Die Lage eines Sternes iſt völlig beſtimmt, wenn die Breite hl und die Länge ol deſſelben bekannt iſt. Es iſt daher für die Aſtronomie wichtig, die Längen der Sterne genau zu kennen.

Von den Alten wurden die Längen der Sterne durch Hülfe der Zodiakalarmillen aus unmittelbaren Beobachtungen geſuchet. Da es aber ſchwer fiel, dieſe Ringe beſtändig in der Stellung der Ekliptik zu erhalten, deren Lage ſich am Himmel jeden Augenblick ändert, ſo änderte man dieſe Methode bald ab, und beobachtete vermittelſt der Aequatorialarmillen die gerade Aufſteigung und Abweichung der Sterne, aus welchen man die Längen berechnete. Da aber in den neuern Zeiten weit beſſere Methoden zur Beobachtung der geraden Aufſteigung und Abweichung der Sterne bekannt wurden, ſo hat man die Längen derſelben aus den beobachteten Rectaſcenſionen und Abweichungen berechnet. Auf dieſe Art ſind die Längen der meiſten Fixſterne gefunden, und in Verzeichniſſe gebracht worden. M. ſ. **Fixſternverzeichniſſe.** Die Längen der Sterne erleiden wegen des Vorrückens der Nachtgleichen eine Veränderung, indem ſie jährlich um 50,3″ zunehmen.

Die Länge der Sonne oſ oder ihre Stelle in der Ekliptik wird, wenn ihre Declination ſb durch Beobachtung iſt gefunden worden, leicht berechnet. Man hat nämlich in dem ſphäriſchen rechtwinkligen Dreyecke ſob außer dem rechten Winkel bey b auch den Winkel o als die Schiefe der Ekliptik und die Seite ſb; mithin findet man nach der Proportion

$$\text{ſin. ſob} : \text{ſin. ſb} = \text{ſin. tot} : \text{ſin. oſ}$$

den $\text{ſin. Länge} = \dfrac{\text{ſin. Abweichung}}{\text{ſin. Schiefe der Ekliptik.}}$

Es

Es bleibt hier aber zweydeutig, ob die Länge mehr oder weniger als 90° betrage, und ob negative oder ſüdliche Abweichungen Längen über 180° anzeigen, welche mehr oder weniger als 270° betragen können. Daher muß es aus andern Umſtänden bekannt ſeyn, in welchen Quadranten ihrer Bahn die Sonne ſich befindet.

Auch aus der geraden Aufſteigung der Sonne o b kann die Länge o ſ nach folgender Proportion gefunden werden:

ſin. tot : coſ. ſ o b = cot. o b : cot. o ſ, mithin

$$\text{cot. Länge} = \frac{\text{coſ. Schiefe Ekliptik}}{\text{cot. gerade Aufſt.}}$$

In den aſtronomiſchen Kalendern findet man ebenfalls den Ort der Sonne für den Mittag eines jeden Tages angegeben.

Bey den Planeten unterſcheidet man noch die geocentriſche Länge von der heliocentriſchen, wovon man nachſehen kann, **geocentriſch** und **heliocentriſch**.

Länge, geographiſche der Orte (longitudo locorum geographica, longitude des lieux de la terre). Unter der **Länge** des Ortes l (fig. 33.) verſteht man einen Bogen des Aequators der Erde a d, welcher zwiſchen dem Anfange des Aequators a und dem Mittagskreiſe p l q des Ortes l enthalten iſt. Dieſen Bogen druckt man in Graden, Minuten u. ſ. f. des Aequators aus, die vom Anfange a an gegen Morgen fortgezählet werden. Es erhellet daraus, daß die Länge eines Ortes gegen 360 Grade betragen kann.

Da es an ſich willkürlich iſt, einen jeden Punkt des Aequators für den Anfang anzunehmen, ſo hat man auch dieſen Punkt a von verſchiedenen ſehr verſchiedentlich gewählet. Am gewöhnlichſten iſt es, dieſen Punkt gerade 20 Grad vom Meridian der königlichen pariſer Sternwarte gegen Abend zu ſetzen. Der Meridian durch dieſen Punkt gelegt wird der **erſte Meridian** oder **Mittagskreis** genannt, von welchem alſo gewöhnlich die Grade, Minuten u. ſ. f. des Aequators

ters von Abend gegen Morgen um die ganze Erde herum gezählet werden. Geſetzt alſo, es bedeute l den Ort der pariſer Sternwarte, und a b genau 20 Grade gegen Weſten, ſo zeiget die Figur die gewöhnliche Lage des Anfangspunktes a an.

Alle Orte, welche auf der Erdfläche in einerley Mittagskreiſe liegen, haben auch gleiche Länge und zugleich Mittag. Ihre Lagen auf der Erde werden aber nicht allein durch die Längen, ſondern zugleich mit den Breiten genau beſtimmt (M. ſ. **Breite, geographiſche**). Auf der richtigen Beſtimmung der Breiten und Längen der Oerter beruhet daher die ganze Geographie und die Verzeichnung der Landkarten. Die Länge der Oerter läßt ſich aber nicht ſo leicht, als ihre Breite, finden. So viele Bemühungen ſich auch die größten Mathematiker gegeben haben, um Methoden zur genauen Beſtimmung der Längen der Oerter aufzufinden, ſo iſt es doch noch weit gefehlet, hierin etwas Vollkommenes geleiſtet zu haben.

Die Schwierigkeiten, welche ſich hierbey vorfinden, ſind nicht etwa auf den unbeſtimmten Anfangspunkt a zu ſetzen, indem dieſer, wo man will angenommen werden kann. Es kommt gar nicht darauf an, die abſolute Länge des Ortes m oder a c zu ſuchen, ſondern nur den Unterſchied der Längen zweyer Oerter m und l oder den Bogen b c zu beſtimmen, der zwiſchen den Mittagskreiſen p m c q und p l b q liegt, und der **Unterſchied der Meridiane in Graden** (differentia meridianorum in gradibus) heißt. Hat man ein Mahl dieſen Unterſchied genau gefunden, ſo iſt es alsdann leicht, die abſoluten Längen der Oerter beſtimmt anzugeben.

Da die Sonne den Himmel in einem mit dem Aequator parallelen Kreiſe von Morgen gegen Abend in einem Tage mit gleichförmiger Bewegung zu umlaufen ſcheinet, ſo müſſen daher die mehr öſtlichen Länder die Sonne früher durch ihren Meridian gehen ſehen, als die mehr weſtlichen, und zwar um deſto früher, je weiter die Meridiane der Oerter von einander entfernet liegen. So kömmt alſo die Sonne eher in den Mittagskreis p m c q des Ortes m, als in den mehr

mehr weſtlichen p l b q des Ortes l. In dem Meridiane p d q erſcheinet ſie 12 Stunden früher als in dem Meridiane p a q, und der Unterſchied beider Meridiane beträgt hierbey gerade 180 Grade. Hält demnach der Bogen b c des Erdäquators 15 Grade, ſo kömmt die Sonne in den Mittagskreis p m q des Ortes m um eine Stunde früher, als in den Mittagskreis p l q des Ortes l, mithin hat der Ort l eine Stunde ſpäter Mittag als der Ort m. Ueberhaupt verhält ſich die Zeit, welche zwiſchen den Augenblicken verfließet, da beide Oerter m und l Mittag haben, zu 24 Stunden Sonnenzeit, wie der Bogen b c in Graden gemeſſen zu 360 Graden. Es gibt demnach die Zeit, um welche der Mittag eines Ortes früher als der eines andern einfällt, den Unterſchied der Meridiane in Graden, und heißt daher der **Unterſchied der Mittagskreiſe in Zeit** (differentia meridianorum in tempore). Es iſt hieraus klar, daß die Aufgabe von Erfindung der Länge bloß darauf ankommt, daß man aus der bekannten Zeit eines Ortes die Zeit in demſelben Augenblicke eines andern Ortes finden könne. Der Unterſchied beider Zeiten in Graden verwandelt beſtimmt den Unterſchied der Längen beyder Oerter. Die größte Schwierigkeit, welche ſich bey der Auflöſung dieſer Aufgabe zeigt, liegt bloß in der Findung eines Merkmahls, woran ſich gleichzeitige Augenblicke an entlegenen Orten der Erde wahrnehmen laſſen.

Die vorzüglichſten Mittel, die Längen beſonders von einander entlegener Oerter zu finden, ſind dieſe Himmelsbegebenheiten: Sonnen- und Mondfinſterniſſe, Bedeckungen der Fixſterne und Planeten vom Monde, Verfinſterungen der Jupiterstrabanten, und die Durchgänge der Venus und des Merkurs vor der Sonnenſcheibe. Es ſind zwar dieſe Begebenheiten nicht jedem Orte in demſelben Augenblicke ſichtbar; allein ſie können durch Rechnung auf diejenigen Zeiten gebracht werden, in welchen man ſie vom Mittelpunkte der Erde aus in Zeit eines jeden Ortes beobachtet haben würde. Alle dieſe Mittel aber ſind verſchiedenen Schwierigkeiten ausgeſetzet, welche in den Beſtimmungen Ungewißheiten zurücklaſſen.

laſſen. Auf dem feſten Lande ſind vorzüglich die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten zur Findung des Meridianunterſchiedes ſehr brauchbar, wie denn auch ſeit ihrer Entdeckung die Längen vieler Städte berichtiget und die Landkarten ſehr verbeſſert worden. Der Ein- und Austritt derſelben in und aus dem Schatten des Jupiters wird für alle Erdbewohner in gleichen Augenblicken, und nur nach dem Unterſchiede ihrer Meridiane in verſchiedenen Stunden geſehen. Außerdem laſſen ſich die Verfinſterungen oft bemerken, indem monathlich unterſchiedliche über dem Horizont ſichtbar einfallen. Deſſen ungeachtet lehren die Verzeichniſſe, worin die gefundenen Längen mehrerer Orte der Erde ſind eingetragen worden, wie viele Unvollkommenheiten hier noch Statt finden.

Noch viel größere Schwierigkeiten zeigen ſich bey der Erfindung der **Länge zur See** oder der **Meereslänge** (longitudo maris ſ. maritima, longitude en mer). Auf die Auflöſung dieſer ſo wichtigen Aufgabe ſind in Spanien, Holland, Frankreich und England ſehr anſehnliche Preiſe geſetzet worden. In England wurden durch eine Parlamentsakte vom Jahre 1714. demjenigen 10000, 15000 und 20000 Pfund Sterling verſprochen, welcher die Meereslänge bis auf einen, zwey Drittel und einen halben Grad zu finden Mittel angeben könnte, und zur Beurtheilung der eingereichten Vorſchläge beſtändige Commiſſarien ernannt. Hiernach ſind verſchiedene zur Erfindung der Längen auf der See dienliche Methoden vorgeſchlagen worden; allein es hat auch noch keine allen hierbey vorkommenden Bedingungen ein völliges Genüge geleiſtet.

Sonnen- und Mondfinſterniſſe, Bedeckungen der Fixſterne und Planeten vom Monde, und Durchgänge durch die Sonnenſcheibe erfolgen viel zu ſelten, als daß ſie der Schiffer als Mittel gebrauchen könnte, die Länge ſeines Ortes, die er ſo nothwendig wiſſen muß, zu finden. Die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten geſchehen zwar öfters, allein ſie ſetzen entweder eine gleichzeitige Beobachtung an einem andern Orte, oder richtige Tafeln voraus, aus welchen

die Zeit ihrer Erſcheinung für einen gewiſſen Ort eben ſo genau berechnet werden kann, als ob ſie daſelbſt wirklich beobachtet worden wäre. Die wargentiniſchen Tafeln aber laſſen für die drey letzten Trabanten immer noch eine Ungewißheit von einer Minute Zeit zurück; auch iſt Jupiter ſelbſt jährlich faſt zwey Monathe unter den Sonnenſtrahlen verborgen. Ueberdieß erſcheinet Jupiter wegen den Schwankungen des Schiffs in ſteter Bewegung, wodurch das Beobachten durch Fernröhre faſt unmöglich gemacht wird. Zwar hatte **Irwin** einen ſo genannten Seeſtuhl erfunden, welcher im Schiff dergeſtalt aufgehängt wird, daß der darauf ſitzende Beobachter wenig von den Schwankungen des Schiffs empfinden ſoll, und den zu beobachtenden Himmelskörper ruhig erhalten könne. Allein **Maskelyne** fand dieſen Stuhl auf ſeiner Reiſe nach Barbados unbrauchbar. Eben ſo verhielt es ſich mit einer vom Abbé **Rochon** angegebenen Vorrichtung, wodurch man den Jupiter ſogleich wieder in das Geſichtsfeld des Fernrohrs zu bringen im Stande ſeyn ſollte, wenn ihn das Schwanken des Schiffs daraus gebracht hätte.

Wegen dieſer Schwierigkeiten, die Längen zur See durch aſtronomiſche Beobachtungen an den verſchiedenen Himmelsbegebenheiten zu beſtimmen, verfiel man auf den Gedanken, den bereits **Gemma Friſius** um das Jahr 1530 gehabt hatte, die Länge durch **Uhren** oder **Zeitmeſſer, Chronometer** zu finden. Wenn man nämlich eine völlig gleichförmig gehende Uhr bey der Abreiſe des Schiffs aus einem Hafen auf die mittlere Zeit desſelben ſtellte, ſo würde ſie an allen Orten auf der See mittlere Zeit dieſes Hafens anzeigen, aus welcher man die wahre Zeit desſelben leicht finden kann. M. ſ. **Gleichung der Zeit.** Alsdann würde auf der See eine leichte aſtronomiſche Beobachtung, z. B. der Sonnenhöhe oder der Sternhöhe u. ſ. f. nöthig ſeyn, woraus die wahre Zeit des Ortes gefunden werden kann; der Unterſchied der Zeit würde nun den Unterſchied der Längen geben. Bey der ehemahligen Unvollkommenheit der Uhren konnte dieß freylich nicht in Ausübung gebracht werden, und

ſelbſt **Huygens** Verſuche mit Pendeluhren im Jahre 1669 brachten die auf der See gemachten Hoffnungen nicht in Erfüllung. Die Kunſt, Uhren zu verfertigen, ſtieg aber bald ſo hoch, daß man ſchon vom Jahre 1726 an erwarten konnte, Seeuhren von großer Vollkommenheit zu erhalten. Um dieſe Zeit brachte **Heinrich Sully**, ein geborner Engländer, der ſich in Frankreich aufhielt, die erſte Seeuhr zu Stande, ſtarb aber zu Bourdeaux, noch ehe er ſie prüfen konnte. Dieſem folgte der Engländer **John Harriſon**, ein Zimmermann, welcher im Jahre 1736 eine Seeuhr verfertigte, die er **Zeithalter** nannte. Sie wurde auf einer Reiſe nach Liſſabon geprüft, und der Capitain **Roger Wills** gab ihr ein vortheilhaftes Zeugniß. Dieſer Künſtler fuhr fort, dieſe Uhren noch mehr zu verbeſſern, und im Jahre 1761 unternahm ſein Sohn **William Harriſon** mit einer neuen Seeuhr eine Reiſe nach Jamaica. Dieſe Reiſe dauerte 81 Tage, und man fand die Abweichung der Uhr auf der Hinreiſe nur 5 Sekunden, auf der Rückreiſe 1 Minute 54 Sekunden, welches im Bogen des Aequators nicht mehr als 29′ 45″, mithin noch nicht ½ Grad Fehler gibt. **Harriſon** machte daher auf den ausgeſetzten Preis von 20000 Pfund Anſpruch; allein die Commiſſion verwilligte ihn nur 2500 Pfund, und verſprach ihm das übrige nach einer andern damit angeſtellten Probe. Dieſe erfolgte im Jahre 1764 auf einer Reiſe nach Barbados, wobey die Uhr binnen 6 Wochen um 54 Sekunden oder 13′ 30″ im Bogen abwichen. Die Commiſſion gab ihm nun 10000 Pfund, verlangte aber richtige und eidlich beſtärkte Abzeichnungen und Beſchreibungen von dem Mechanismus des Zeithalters. Zugleich mußte er aber auch drey Zeithalter zur Unterſuchung auf die Sternwarte Greenwich abliefern. Der königliche Aſtronom zu Greenwich **Maskelyne** *) fand den Gang der auf der Seereiſe nach Barbados mitgenommenen Uhr ſo ungleich, daß dem **Harriſon** die andere Hälfte des Preiſes verſaget wurde.

*) An account of the going of Mr. Harriſon's watch at the royal. Obſervatory from May 6. 1766. to March 4. 1767. Lond. 1767. gr. 4.

Die engliſchen Uhrmacher Arnold und Rendal verfertigten 1772 Seeuhren, letzterer nach Harriſon's Art, erſterer aber nach einer andern noch einfachern Einrichtung. Cook nahm auf ſeiner Reiſe gegen den Südpol drey von Arnold und eine von Rendal mit, und nach dem Urtheile der Aſtronomen Wales und Bailly α) ſoll man damit die Länge bis auf $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ Grad beſtimmen können.

Berthoud β) und le Roi in Frankreich haben ſich mit gleichem Eifer auf die Verfertigung vollkommener Seeuhren gelegt. Sie wurden von den Herrn Pingre' und Borda auf einer Seereiſe geprüft, und ihre Abweichung ſoll in 6 Wochen nicht über einen halben Grad im Bogen des Aequators betragen haben. Die le roiſche Uhr erhielt den Preis, welchen die königliche Akademie der Wiſſenſchaften im Jahre 1773 auf dieſen Gegenſtand geſetzet hatte.

In den neuern Zeiten haben die engliſchen Künſtler, vorzüglich durch Unterſtützung und Aufmunterung des churſächſiſchen Geſandten am londner Hofe, Herrn Grafens von Brühl, tragbare Zeithalter oder Taſchenchronometer von ſehr großer Vollkommenheit verfertiget. Hierbey kömmt es vorzüglich auf Vermeidung des Einfluſſes der Temperatur in die Spiralfeder, und auf Bewirkung eines Iſochronismus ihrer Schwingungen an. Thomas Mudge hatte ſich hiermit ſchon ſeit 20 Jahren beſchäftiget, und überreichte dem Grafen ein Modell eines freyen Stoßwerkes, nach welchem ſelbiger durch Joſiah Emery einen tragbaren Zeithalter verfertigen ließ, und deſſen Gang aufs ſorgfältigſte prüfte. Einen von Mudge ſelbſt verfertigten Zeithalter nahm der Admiral Campbell 1784 mit nach Newfoundland. Nach einer Ueberfahrt von 4 Wochen gab er die Länge von St. John bis auf

α) The original aſtronomical obſervations made in the courſe of a voyage towards the ſouth-pole, and round the world, in the Years 1772–1775.

β) Traité ſur des horologes marines. Paris 1773. 4.

auf 6 Sek. und nach einer ziemlich ſtürmiſchen Rückreiſe bis auf 9 Sekunden an *).

Zu ähnlichen Abſichten hatte bereits der Herr Profeſſor **Mayer** β) in Mannheim dergleichen Uhren, die ſich verführen ließen, auf dem Lande empfohlen, und in den neueren Zeiten hat man die Taſchenchronometer zur Beſtimmung der Längen auf dem Lande ſehr vortheilhaft gefunden. Der Herr **von Zach** hat beſonders dieſe Methode vor allen andern empfohlen.

So brauchbar indeſſen eine Seeuhr bey der richtigen Beſtimmung der Meereslänge immer ſeyn mag, ſo iſt es doch gefährlich, die Wohlfahrt der Seefahrer einer ſolchen, ſchon auf dem feſten Lande, geſchweige denn auf einem Schiffe mancherley Zufällen unterworfenen Maſchine allein anzuvertrauen, deren geringſte tägliche Abweichung auf langen Seereiſen einen ſich anhäufenden ſchädlichen Irrthum zu Wege bringen kann.

Weil die oben angeführten Himmelsbegebenheiten zur Beſtimmung der Längen auf der See ſo ſelten, und verſchiedenen Schwierigkeiten unterworfen ſind, ſo haben die Aſtronomen vorgeſchlagen, den Lauf des Mondes ſelbſt, oder deſſen Abſtände von der Sonne oder anderer bekannten Fixſterne, welche in einer jeden heitern Nacht, ausgenommen kurz vor und nach dem Neumond, beobachtet werden können, dazu zu gebrauchen. Schon **Johann Werner**, ein Nürnberger, hatte, in ſeinen 1519 herausgegebenen Anmerkungen über das 1. Buch von Ptolemäus Geographie, Diſtanzen zwiſchen Mond und Sternen zu Erfindung der Längen vorgeſchlagen. Dieſe Vorſchläge wurden von **Apianus** γ), **Kepler** und andern wiederhohlet; nur fehlte es damahls noch zu ſehr an genauen Kenntniſſen des Mondlaufs und der Fixſterne. Zu dieſen

*) Three regiſtres of a pocket-chronometer and the obſervations, from which they were collected by *Count de Brühl* etc. Lond. 1785. 4.

β) Nouvelle methode pour lever en peu de temps et à peu de frais une carte générale exacte de toute la Ruſſie. St. Petersb. 1770.

γ) Coſmographicus liber. Ingolſt. 1624. fol.

Verbeſſerungen gaben erſt **Flamſteads** und **Halley's** Beobachtungen auf der königlichen Sternwarte zu Greenwich, und **Newtons** Mondtheorie Veranlaſſung. Auch wurde im Jahre 1731 durch die Erfindung des Spiegeloctanten durch **Hadley** die aſtronomiſchen Winkel- oder Diſtanzmeſſungen zur See ungemein erleichtert, und es fehlte nun zur Ausübung dieſer Methode nichts weiter als genaue Mondstafeln. Dieſe brachte endlich im Jahre 1755 (verbeſſert 1760) der göttingiſche Aſtronom **Tobias Mayer** zu Stande. Dieſe Tafeln wurden auch von der engliſchen Commiſſion approbiret, und Mayers Erben erhielten eine Belohnung von 3000 Pfund Sterling.

Aus dieſen genauen Mondstafeln kann man finden, wie weit der Mond, aus dem Mittelpunkt der Erde betrachtet, zu jeder londner Zeit von den bekannteſten Fixſternen entfernet ſey. Wenn nun zur See eine ſolche ſcheinbare Entfernung zwiſchen dem Mond und einem Sterne durch den hadley'ſchen Octanten gemeſſen, und zugleich die Höhen des Mondes und des Sternes auf den Mittelpunkt der Erde reduciret werden, ſo gibt deſſen Vergleichung mit den Tafeln die londner Zeit, mit deren Zuſammenhalten der Zeit auf dem Schiffe der Unterſchied der Längen beſtimmt wird. **Maskelyne** *), welcher dieſe Methode auf einer Reiſe nach St. Helena geprüft hat, empfiehlt ſie ſehr, und er hat ſeit 1767 in den jährlich zu London herauskommenden Nautical-Almanac den Abſtand des Mittelpunktes der Erde vom Monde, von der Sonne und einigen der hellſten Fixſterne von 3 zu 3 Stunden nach **Mayers** Tabellen für den Meridian zu Greenwich im voraus berechnet mitgetheilet. Auch hat die Commiſſion ſehr vollſtändige Hülfstabellen beſorget, wodurch die dabey nöthigen Reduktionen und Rechnungen zum Gebrauche der Seeleute ungemein erleichtert und abgekürzet worden, ſo daß ein Seefahrer im Stande ſeyn ſoll, die Meereslänge in einer halben Stunde bis auf einen halben Grad genau auszurechnen.

*) The britiſh Mariner's Guide. Lond. 1763. 4.

nen. Für ungelehrte Schiffer hat **Margett** [α]) mehr als 70 Kupferſtiche ausgearbeitet, auf welchen man nur dasjenige abzumeſſen braucht, was man ſonſt durch Rechnung finden mußte.

Außer dieſen Methoden, die Meereslänge zu finden, haben **Halley**, **Chriſtoph Eberhardt** [β]) und **Churchman** den Vorſchlag gethan, ſich hierzu der Abweichung der Magnetnadel zu bedienen. **Semler** [γ]) that drey Vorſchläge, Neigungsnadeln, Meſſung des Weges auf dem Meere, genaue Uhren, und den mittelſten dieſer drey hatte auch **Bernhard Chriſtoph Sturm** [δ]) gethan.

M. ſ. Bode Erläuterung der Sternkunde §. 688 f. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Geographie §. 74 f.

Lampe, elektriſche, Brennluftlampe (lampe électrique, lampe à air inflammable) iſt eine eigene Einrichtung, wodurch man einen Strom von brennbarer Luft durch einen elektriſchen Funken anzünden, und damit eine Kerze brennend machen kann.

Die Entdeckung, daß ſich die brennbare Luft durch den elektriſchen Funken anzünden laſſe, gab Herrn Fürſtenberger zu Baſel Veranlaſſung, auf ein eigenes Werkzeug zu denken, welches von **Ehrmann** [ε]) auf folgende Art iſt beſchrieben worden. Von den zwey gläſernen Gefäßen (fig. 34.) a und b dient das eine zum Behältniß der brennbaren Luft, und das andere zur Füllung mit Waſſer. Am untern Gefäße b iſt bey h ein meſſingener Ring angekittet. Die Hälſe beider Gefäße ſind mit meſſingenen Kappen c

 und

α) Longitude tables for correcting the effects etc. Lond. 1790.

β) Specimen theoriae magneticae. Lond. 1718. Verſuch einer magnetiſchen Theorie; a. d. Latein. von G. B. W. Leipz. 1720.

γ) Methodus inueniendae longitudinis maritimae. Halae 1713.

δ) Projet de la ſolution du fameux Problême touchant la longitude ſur mer. Nuremb. 1720.

ε) Deſcription et uſage de quelques lampes à air inflammable à Strasbourg 1780. Beſchreibung und Gebrauch einiger elektriſchen Lampen; a. d. Franzöſ. Straßb. 1780. 8.

und d verſehen, welche vermittelſt der meſſingenen Röhre p mit einander in Communikation ſind; dieſe Röhre beſitzet einen Hahn e, welcher, wenn er geöffnet iſt, das Waſſer aus dem Gefäße a durch eine enge Glasröhre f in das untere Gefäß b auslaufen läßt. An die Kappe d iſt die Seitenröhre g g mit dem Hahn f angelöthet, welche ſich oben in eine enge Röhre k mit enger Mündung endiget. Sobald ſich nun das Waſſer aus a durch die Röhre f in das Gefäß b ergießt, ſo wird dadurch ein Theil brennbarer Luft aus b durch die Seitenröhre g g herausgetrieben. Dieſe Röhre umgibt ein hölzerner Teller i i, worauf zwey hölzerne Säulen l l ſtehen, welche ſich um ihre Axen drehen laſſen. Auf der einen Säule iſt eine meſſingene Hülſe m befeſtiget, auf der andern aber eine gläſerne n. Durch jede dieſer beiden Hülſen laſſen ſich meſſingene Stäbchen o o ſchieben, deren innere Enden ſtumpf, die äußern aber in Häkchen umgebogen ſind, um Ketten oder Drähte daran zu hängen. An dem einen Häkchen befindet ſich die Kette x, die durch den Haken r an die Seitenröhre gg gehängt werden kann. Die Kappe d iſt durch den Stanniolſtreif q mit dem Ringe h in leitender Verbindung. Steht nun das ganze Inſtrument auf dem Tiſche oder auf dem Fußboden, und iſt folglich nicht iſoliret, ſo iſt das Stäbchen m o mit dem Erdboden verbunden. Wird alsdann das Stäbchen t o mit dem Conduktor der Maſchine oder mit dem aufgehobenen Deckel eines geriebenen Elektrophors oder mit einer geladenen Flaſche u. ſ. f. in Verbindung gebracht, ſo entſteht ein Funken zwiſchen beiden Stäbchen.

Beym Gebrauche dieſer elektriſchen Lampe werden die beiden Stäbchen o o ſo geſtellt, daß ihre Enden etwa 1½ Linien weit von einander ſtehen, und daß der zwiſchen ihnen entſtehende Funke nahe über der Mündung der Röhre k hinweggehen muß. Alsdann füllt man das obere Gefäß a mit Waſſer und das untere mit brennbarer Luft, bringt beide mit verſchloſſenen Hähnen gehörig zuſammen, und öffnet zuerſt den Hahn e, damit etwas Waſſer durch die

Röhre

Röhre f in das Gefäß b kommen kann, wodurch die brennbare Luft ein wenig zuſammengedruckt wird. Hiernächſt öffnet man auch den Hahn ſ, damit die zuſammengepreßte Luft aus der Mündung der Röhre k ſtröme; unmittelbar hierauf läßt man zwiſchen den beiden Stäbchen m o und n o einen elektriſchen Funken entſtehen, welcher den Strom der brennbaren Luft und durch dieſen eine daran gehaltene Kerze anzündet. Soll die Flamme verlöſchen, ſo wird zuerſt der Hahn ſ, und dann auch e wieder verſchloßen.

Um eben dieſe Zeit verfertigte **Brander** in Augſburg elektriſche Lampen, bey welchen die Röhre zwiſchen beiden Gefäßen durch einen Korkſtöpſel, der auf das untere Gefäß geſteckt wurde, hindurch ging. Dieſe ſind von **Weber** *) noch früher, als die fürſtenbergeriſchen bekannt gemacht worden. Nachher verbeſſerte ſie **Brander** dadurch, daß er dem obern Gefäße eine Oeffnung gab, um durch den Druck der äußern Luft auf die Waſſerfläche den Ausfluß des Waſſers zu befördern, und daß er die Seitenröhre nicht an der Zwiſchenröhre, ſondern ſelbſt am untern Gefäß anbrachte.

Eine beſſere Einrichtung wurde dieſem Werkzeuge von Herrn **de Gabriel** in Straßburg gegeben, wie ſie fig. 35 und 36. vorgeſtellet iſt. Die beiden Gefäße a und b mit den meſſingenen Kappen c und d müſſen in die Büchſe des Hahns e luftdicht eingeſchraubet werden können. In dieſem Hahne ſind zwey Löcher (fig. 36.) q und r auf die Axe ſenkrecht und parallel durchbort. Dieſe Löcher gehen an die Oeffnungen zweyer Röhren f und g, wovon die erſtere vom untern Theile der Büchſe bis nahe an den Boden des untern Gefäßes herabgehet, die andere aber vom obern Theile der Büchſe durch das obere Gefäß a, und mit dem Aufſatzrohre k verſehen iſt. Das untere Gefäß b hat einen meſſingenen Fuß, in deſſen Mitte eine Oeffnung ſich befindet, welche, wenn die brennbare Luft dadurch in das Gefäß gebracht worden iſt, durch eine Lappenſchraube luftdicht

*) Beſchreibung des Luftelektrophors. Augsburg 1778. 8.

verſchloſſen werden kann. Die Einrichtung zur Erregung des elektriſchen Funkens iſt eben ſo, wie bey der vorigen, und ſteht auf der meſſingenen Scheibe ii, welche in einen auf a angebrachten Reif ſchließt. Eine der beiden Säulen iſt iſolirt, die andere mit der Metallſcheibe ii, und dieſe durch eine Kette mit dem Fußboden in Verbindung.

Dieſe Lampe hat D. **Ingenhouß** *) noch verſchiedentlich verbeſſert. Um das untere Gefäß leichter mit brennbarer Luft zu füllen, gibt er dem Boden eine trichterförmige Geſtalt. Zur Leitung des elektriſchen Funkens dient eine von zweyen Stützen (fig. 37.) e und d gehaltene Metallſtange f, welche den Funken auf die metalliſche Spitze des Hakens a überführet. Auf dieſe Weiſe geht er über die Mündung der Röhre b, aus welcher die brennbare Luft ausſtrömet, die folglich mit der Kerze h entzündet werden kann. Der Haken a iſt mit dem Erdboden durch das Gefäß ſelbſt, nämlich durch die metallenen Röhren, das Waſſer und den meſſingenen Boden des untern Gefäßes verbunden. Das Loch i dienet, das obere Gefäß mit Waſſer zu füllen. Endlich iſt an dem Hahn ſelbſt eine Scheibe angebracht, um deren Peripherie eine daran befeſtigte ſeidene Schnur herumgehet, deren Ende l an eine meſſingene Kette gebunden iſt. Dieſe Kette wird über eine an der Stange f befeſtigte Rolle g herumgelegt, deren herabhängendes Ende den Deckel eines Elektrophors trägt. Auf ſolche Weiſe hebt ſich beym Umdrehen des Hahns durch das Anziehen der Schnur und Kette der Deckel von ſelbſt auf, und es entſteht ſogleich der Funken, ſo bald der Hahn aufgedrehet iſt. Man hat demnach hierbey nichts weiter zu thun, als bloß den Deckel oder die Kette zu berühren, und den Hahn gehörig zu drehen, um ſogleich und zu jeder Zeit Licht zu erhalten. Dieſe Einrichtung, welche das Werkzeug ganz einfach macht, iſt eine Erfindung des Herrn **Pickel** in Würzburg. Den Hahn c hat Dr. **Ingenhouß** zugeſetzet. Man verſchließt ihn, ſo bald die Lampe nicht mehr

*) Beſchreibung einer Brennluftlampe, in ſein. vermiſcht. Schriften; überſ. von Molitor. Wien 1784. Th. I. S. 213.

mehr gebrauchet wird, damit ſich die in der Röhre befindliche Brennluft nicht in der Atmoſphäre zerſtreue, und beym Gebrauche ſogleich wieder dergleichen Luft ausſtröme.

Lagenbucher α) hat ebenfalls an dieſen Lampen einige Abänderungen gemacht, und **Donndorf** β) beſchreibet eine der lagenbucherſchen ähnliche Lampe, welche er vom Herrn Prof. **Stegmann** aus Caſſel erhalten hatte, und deren Einrichtung ſehr einfach iſt.

Auch Herr **Volta** hat einige Abänderungen an dieſem Werkzeuge gemacht, welches von **Adams** γ) beſchrieben wird. Die Abbildung hiervon gibt die fig. 40. Der untere Hahn c dienet, um die Kugel b mit brennbarer Luft anzufüllen, und das Waſſer, das aus dem Baſſin a durch die Röhre f in die Kugel b fällt, zu verſchließen. Die kleine Spitze i wird gebraucht, um ein Wachslicht darauf zu ſtecken. Die eine Säule g iſt von Meſſing, oben mit einer meſſingenen Kugel verſehen. Die andere h aber von Glas oben mit einer Hülſe, in welcher ſich der Draht n hin und her ſchieben läßt, an deſſen Ende eine Kugel angeſchraubet werden kann.

Uebrigens hat man ſich zu hüten, daß zu der im untern Gefäße eingeſchloſſenen brennbaren Luft keine atmoſphäriſche Luft hinzukomme, weil dadurch Knallluft entſtehen würde, welche dem, der die Lampe gebrauchte, gefährlich werden könnte. Man hat daher vorzüglich darauf zu ſehen, daß die Mündung, aus welcher die brennbare Luft ausſtrömet, ſehr eng ſey. Der Herr Dr. **Ingenhouß** glaubt indeſſen, daß die von ihm beſchriebene elektriſche Lampe einem ſolchen Unglück wenig oder gar nicht unterworfen ſey, weil die Flamme erſtickt werden würde, ehe ſie den langen Weg von der engen Mündung durch die ganze Röhre hindurch bis in das untere Behältniß zurücklegen könnte. Nach ſeinen Verſuchen

α) Beſchreibung einer beträchtlich verbeſſerten Elektriſirmaſchine. Augſb. 1780. 8. S. 221 f.
β) Lehre von der Elektricität. Erfurth 1784. gr. 8. B. II. S. 867.
γ) Verſuch über die Elektricität; a. d. Engl. Leipz. 1785. S. 209 f.

ſuchen kann eine Knallluft unter dieſen Umſtänden durch den elektriſchen Funken nie zur Explosion gebracht werden. Außerdem erinnert er noch, daß man in dem obern Behältniſſe das Waſſer immer bis zu einer gewiſſen Höhe erhalten müſſe, damit deſſen Fall durch die Röhre in das untere Gefäß Gewalt genug habe, um die brennbare Luft in die Höhe zu treiben, und durch die Röhre auszuſtoßen.

M. ſ. **Ingenhouß** vermiſchte Schriften phyſiſch-mediciniſchen Inhalts, überſ. und herausgegeben von **Molitor.** Wien 1784. gr. 8. B. I. S. 213 f.

Lampen (lampades, lampes). Wenn Lampen helle und reine Flammen erzeugen ſollen, ſo wird nothwendig erfordert, daß die brennbare Materie an derjenigen Stelle, wo es brennen ſoll, von allen Seiten her erhitzt, und vollkommen zerſetzet werde. Bey den gemeinen Dochten findet dieß ſo ganz vollkommen nicht Statt, weil ſie der atmoſphäriſchen Luft, ohne welche gar keine Flamme ſeyn kann, zu wenig Oberfläche darbieten, und daher keine vollkommene Zerſetzung vor ſich gehen kann. Aus dieſem Grunde ſind auch ſchon längſt die ſo genannten bandförmigen Dochte vorgeſchlagen worden, weil dieſe der Luft mehr Oberfläche ausſetzen. **Altſtrömer** *) fand dieſe ſehr vortheilhaft, abſonderlich, wenn ſie fein waren, und das rechte Maß im Ausziehen beobachtet ward. Sie gaben keinen Rauch, weil durch den freyen Zutritt der Luft die Hitze allenthalben ſo verſtärket wurde, daß dadurch die brennbare Materie ganz zerſetzet werden konnte.

Um alle mögliche Vollkommenheiten einer guten Lampe zu vereinigen, kam Herr **Argand** aus Genf auf den Gedanken, hohle cylindriſche Dochte zu den Lampen zu gebrauchen, in deren innern Höhlung beym Brennen ein beſtändiger Luftzug unterhalten wird. Dieſe Lampen wurden um das Jahr 1783 bekannt, und Herr **Argand** erhielt in England ein Privilegium auf 12 Jahre, ſolche Lampen allein zu verfertigen.

*) Verſuche mit bandförmigen Lampendochten, welche nicht rauchen; in den neuen ſchwed. Abhandl. für das Jahr 1784. Num. 22.

fertigen. Die Vorzüge derſelben vor den gemeinen Lampen ſind folgende: eine große Helligkeit, Abweſenheit von Dampf, Sparſamkeit im Oel in Vergleichung mit der hervorgebrachten Helligkeit und Leitung der ſchädlichen Luft nach der Decke des Zimmers. Nach Verſuchen des Herrn General Lieutenant **Benjamin Thompſon***) (Grafen **von Rumford**) mit ſeinem erfundenen Photometer (M. ſ. **Photometer**), verhält ſich die Lichtmenge der argandiſchen Lampe zu der einer gewöhnlichen wie 187 : 100, während die Quantität des verzehrten Oels in der erſtern zu der in der letztern iſt wie 155 : 100, woraus alſo offenbar iſt, daß die durch das Verbrennen einer gegebenen Quantität Oel in einer argandiſchen Lampe hervorgebrachte Lichtmenge größer iſt, als die, welche durch das Verbrennen einer gleichen Quantität in einer gemeinen Lampe hervorgebracht wird, in dem Verhältniſſe 100 : 85. Es kann alſo die Erſparniß des Oels beym Gebrauche der argandiſchen Lampe vor der gemeinen mehr als 15 Procent betragen. Dieſe großen Vortheile haben ohne Zweifel ihren Grund in der durch den freyen Luftzug bewirkten großen Hitze, und der gänzlichen Zerſetzung der brennbaren Materie, indem dadurch eine gänzliche Verwandlung der brennbaren Materie in brennbare Luft, und eine Zerſtörung derſelben mit dephlogiſtiſirter, die man in der atmoſphäriſchen Luft antrifft, erfolget. Erſteres nimmt man mit den Augen deutlich wahr; denn, wenn man das Auge gleich hoch mit dem kreisförmigen Dochte ſtellt, ſo ſieht man zwiſchen ihm und der Flamme einen beträchtlichen durchſichtigen Raum, durch welchen ſich die Gegenſtände viel beſſer als durch eine Glasröhre zeigen. Dieſen Raum nimmt nämlich nur die ganz reine brennbare Luft ein, welche ſich hinlänglich ſchnell erhebt. Sobald ſie aber dephlogiſtiſirte Luft in- und außerhalb des Dochtes antrifft, ſo zerſetzen ſich beide mit einander. Dieſes erzeuget die ſchöne Flamme, deren kreisförmiger Strom mit brennbarer Luft wie mit einem Kranze

*) Philoſoph. transact. for the Year 1794. P. I. S. 67 f.; in Grens neuem Journale der Phyſik. B. II. S. 49.

Kranze umgeben iſt. Durch die Zerſetzung beider Luftarten bildet ſich Waſſer, das man durch Aufſetzung eines Helmes mit einem Schnabel auffammeln kann.

Es iſt alſo nach Herrn **de Lüc** der allgemeine Gang der Wirkungen dieſer Lampe folgender: eine große Hitze bringt zuerſt eine faſt gänzliche Verwandlung des Oels in brennbare Luft hervor; kömmt hiernächſt dieſe Luft mit der dephlogiſtiſirten in Berührung, ſo verwandelt ſie ſich mit ihr in einen mit freyem Feuer überladenen Waſſerdunſt. Die große Wärme, welche die Flamme erzeuget, kömmt von einer großen Menge von plötzlich befreyetem Feuer und ihre glänzende Hellheit von der um ſo reichlichern und vollſtändigern Zerſetzung von einem Theile dieſes Feuers, je dichter es iſt. Nachdem der Waſſerdunſt ſein Feuer an dem Orte, den die Flamme anzeigt, fahren gelaſſen hat, ſo vermiſcht er ſich mit der obern Luft, und erhebt ſich ſchnell mit ihr; daher folgt ihr die untere Luft mit derſelben Schnelligkeit, um die Flamme herum nach, und erneuert alſo dieſelben Wirkungen.

Das Matte bey den gewöhnlichen Lichtern kommt daher, weil bey ihnen die dephlogiſtiſirte Luft in fixe verwandelt wird. Denn hierdurch entſtehet weniger Feuer, und außerdem geſchieht die Erneuerung der Luft nicht geſchwind genug, weil die fixe Luft eine größere ſpecifiſche Schwere als die gemeine hat. Wenn alſo gleich die Luft, welche an der Flamme vorbeyſtreichet, durch die Wärme ausgedehnet wird, ſo erhebt ſie ſich nur langſam.

Ueberhaupt wird die fixe Luft, welche ſich wegen der Schwere immer niederwärts ſenkt, das Licht der gewöhnlichen Lampen immer mehr und mehr matter machen, und ſelbſt zuletzt in Zimmern, welche ſtark erleuchtet ſind, ungeſunde Luft bewirken. Bey den argandiſchen Lampen hingegen wird die ſchädliche Luft immer nach der Decke getrieben und durch die obern Oeffnungen entweichen; ihre Stelle aber wird durch friſche Luft erſetzet werden, welche durch die untern Oeffnungen eindringt. Durch gehörig vertheilte Oeffnungen könnten dieſe Wirkungen ſogar noch mehr befördert,

und

und alſo durch die Urſache ſelbſt, welche ſonſt die Luft verdirbt, gute Ventilatoren erhalten werden.

M. ſ. de Lüc neue Ideen über die Meteorologie §. 189 f.

Lampenmikroſkop, Adams ſ. Sonnenmikroſkop.

Landhöhen, Landrücken ſ. Berge.

Landkarten (mappae geographicae, mappes géographiques) ſind Verzeichnungen der Erdfläche oder einzelner Theile derſelben auf ebenen Flächen. Diejenigen, auf welchen die ganze Erdfläche abgebildet iſt, heißen **Planiſphären, Planiglobien, Univerſalkarten** (planiſpheria, planiglobia, planiglobes, mappemondes), diejenigen hingegen, welche einzelne Theile der Erdfläche enthalten, **Generalkarten, Partikularkarten, Specialkarten, topographiſche Karten** u. ſ. f. Alle dieſe geographiſchen Karten ſind eigentlich perſpektiviſche Zeichnungen, entweder einer Halbkugel oder eines großen Theils oder einzelner Dieſtrikte, mit den dazu gehörigen Meridianen und Parallelkreiſen.

Bey Specialkarten oder topographiſchen Karten, welche gewöhnlich nur einen kleinen Theil der Erdfläche enthalten, der alſo unmerkliche Krümmung hat, nimmt man dieſen Theil als eine ebene Fläche an. Es ſey zu dem Ende (fig. 41.) abcd ein ſolcher kleiner Theil auf der Erdoberfläche, wovon die beiden Seitenlinien bc und ad kleine Theile von ein paar Parallelkreiſen, die beiden andern aber ab und dc kleine Theile von ein paar Mittagskreiſen vorſtellen. Die Seiten ab und dc des Vierecks abcd werden in Theile getheilet, welche für Minuten eines größten Kreiſes gelten, und gibt den Theilen von bc und ad die Größen, welche durch dieſe Formel ausgedrücket werden,

Grad d. Parallelkr. = Grad d. Merid. $\times$ coſ. d. Breite.

Hier wird alſo ein jeder Theil von bc = 0,6270571, und ein jeder von ad = 0,6110666. Zieht man nun von ad gegen bc aus 32 nach 32, 33 nach 33, 34 nach 34 u. ſ. f. gerade Linien, als Theile von Mittagskreiſen, welche zwiſchen ab und dc fallen, und eben ſo auch zwiſchen ad und bc von

51 nach 51, 52 nach 52 u. ſ. gerade Linien, als kleine Theile von Parallelkreiſen. Hierdurch wird nun das ganze Viereck abcd in Felder eingetheilet, in deren jedes die Oerter von gegebener Länge und Breite eingetragen werden können.

Bey großen Stücken der Erdfläche, bey welchen die Krümmung merklich iſt, und welche folglich nach den Geſetzen der Perſpektiv auf einer ebenen Fläche entworfen werden müſſen, können gar viele Stellungen der perſpektiviſchen Tafel möglich ſeyn, weil das Auge unendlich viele Lagen haben kann. Die geographiſchen Schriftſteller geben eine ſehr große Anzahl von verſchiedenen Projektionsarten an. Weil es aber unmöglich iſt, die Stellen einer Kugelfläche alle in ungeänderten Lagen auf einer Ebene zu entwerfen, ſo hat ohne Zweifel diejenige Projektionsart den Vorzug, welche die größt mögliche Aehnlichkeit beybehält. Man ſtelle ſich vor, das Auge befinde ſich in irgend einem Punkte auf der Oberfläche einer Kugel, in deſſen innere Höhlung es gleichſam hineinſehen kann, und die perſpektiviſche Tafel ſey die Ebene eines größten Kreiſes, in deren Mittelpunkt die Geſichtsaxe fällt, ſo nennt man dieſe Projektionsart die **ſtereographiſche Projektion** des Kugelſchnittes. Hierbey laſſen ſich nun folgende Fälle gedenken: die perſpektiviſche Tafel iſt nämlich entweder der Aequator, und das Auge hat im Pole ſeine Stelle, oder irgend ein Meridian, und das Auge befindet ſich in der Peripherie des Aequators, oder endlich ein jeder anderer größter Kreis, und das Auge erhält ſeine Stelle in dem Pol der zu dieſem Kreiſe gehörigen Axe; da alsdann im erſten Falle die Projektionsart die **Polarprojektion**, im zweyten die **äquatoriſche Projektion** und im dritten Falle die **ſtereographiſche Horizontalprojektion** genannt wird. Nimmt man aber das Auge von der Kugel unendlich weit an, ſo heißt dieſe Projektionsart die **orthographiſche Projektion**. **Johann Mathias Haſe** *), Prof. zu Wittenberg, welcher unter den Deutſchen die Landkarten nach mathematiſchen und geographiſchen Gründen zuerſt

*) Sciagraphia tractatus de proiectionibus. Lipſ. 1717. 4.

zuerſt zu verbeſſern angefangen hat, hat gezeiget, daß die ſtereographiſche Horizontalprojektion vor allen andern den Vorzug verdiene, welche auch ſchon **Ptolemäus** unter dem Nahmen Aſtrolabium, und andere geographiſche Schriftſteller anführen. Dieſe Projektionsart iſt von der kosmographiſchen Geſellſchaft bey den Karten des ſo genannten Geſellſchaftsatlaſſes, und bey einigen größern Karten der homanniſchen Officin gebrauchet worden.

Nimmt man alſo an, daß der größte Kreis fg (fig. 42.) bey der ſtereographiſchen Horizontalprojektion die perſpektiviſche Tafel ſey, mithin das Auge in a ſich befinde, welches in die hohle Kugel durch die perſpektiviſche Tafel die auf der Halbkugel fbg liegenden Oerter ſiehet, ſo erhellet leicht, daß für den Ort b die Projektion der Mittelpunkt der Tafel ſeyn müſſe, ſo wie e das Bild des Ortes d auf der Tafel iſt. Und wenn db die wahre Entfernung des Ortes b von d, ſo iſt ce der Abſtand des Bildes c von dem Bilde e. In dem Dreyecke eca hat man nun

$$ac : ce = \text{ſin. tot.} : \text{tang. } \tfrac{1}{2}a, \text{ mithin}$$

$$ce = \frac{ac \times \text{tang. } \frac{1}{2}a}{\text{ſin. tot.}}$$

Hieraus laſſen ſich die Regeln der Verzeichnung herleiten, die man beym **Käſtner** [α]), **Lambert** [β]) und **Karſten** [γ]) umſtändlicher angegeben findet.

Von **Lorgna** [δ]) wird die halbe Erdfläche ſo dargeſtellet, daß dasjenige, welches zwiſchen zwey Parallelkreiſen liegt, auf der Ebene einen gleich großen Kreisring bildet.

Der

α) Theoria proiectionis ſtereogra. horizont. in diſſ. mathem. et phyſic. Altenb. 1771. 4. No. XII. p. 80. Additam. in comment. nov. ſociet. Goetting. ad an. 1769 et 1770. p. 138.

β) Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. Th. III. S. 105.

γ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. VII. Greifsw. 1775. S. 707 u. f.

δ) Principi di Geografia aſtronomico-geometrica. Verona 1780.

Der Herr **von Segner** ſchlägt eine beſondere Art der Verzeichnung zu Landkarten vor, wovon Herr **Käſtner** *) ausführlich handelt. Er beſchreibet nämlich den heißen Erdſtrich auf eine Cylinderfläche, die gemäßigten Erdſtriche auf Stücken von Kegelflächen, die kalten auf ebenen Flächen.

Noch eine andere Projektionsart iſt von **Arrowſmith** bey der Entwerfung einer neuen, unter dem Artikel, **Erdkugel** (Th. II. S. 226), angegebenen Weltkarte gebrauchet worden, welche er globular - projection nennt. Es ſey (fig. 43.) wie bey der ſtereographiſchen Horizontalprojektion fg ein größter Kreis der Kugel, und die Geſichtsaxe ab auf der Ebene desſelben durch den Mittelpunkt ſenkrecht, ſo daß der Stelle b Projektion in der perſpektiviſchen Tafel fg in dem Mittelpunkte c liegt, das Auge aber rücke über h hinaus nach a, ſo daß ha dem Sinus des Bogens von 45° oder Linie dk gleich werde. Bey dieſer Projektionsart werden die vier gleichen Viertel des Halbkreiſes fd, db, bi, ig durch die vier gleichen Viertel des Durchmeſſers fe, ec, cl und lg vorgeſtellet. Eben dieß findet für jeden andern durch b gehenden größten Halbkreis der Kugel Statt. Hierdurch glaubt man alſo den Vortheil zu erlangen, daß Entfernungen, welche auf der Kugelfläche gleich ſind, auf der Karte an keiner Stelle ſo ungleich ausfallen können, weil ſich die Ungleichheiten wenigſtens von jedem Viertel des Durchmeſſers bis zum nächſten wieder aufheben müſſen. Es ſoll daher dieſe Projektionsart die Entfernungen der Oerter nicht ſo weit aus dem richtigen Verhältniſſe bringen, und die Geſtalten der Länder nicht ſo ſehr verſtellen, als die ſtereographiſche, welche alles gegen den Rand zu aus einander dehnet, oder die orthographiſche, welche die Ränder gegen den Rand zu allzuſehr zuſammendrängt, und um die Mitte ausdehnet. **Arrowſmith** hat dieſe Theorie in einer eigenen Abhandlung erläutert, und daraus Regeln zur Verzeichnung der Karten hergeleitet. Dieſe Projektionsart hatte ſchon

*) Geometriſche Abhandl. Samml. II. Götting. 1791. 8. S. 39 u. f.

ſchon **de la Hire** [*]) im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts zu Himmelskarten, oder vielmehr zu den ſo genannten Aſtrolabien vorgeſchlagen, welche aber mit dieſem bald nachher in Vergeſſenheit kam.

Von den verſchiedenen Projektionsarten findet man ausführlichen Unterricht beym Herrn Hofr. **Mayer** [β]).

Wie ins Große gehende geometriſche Vermeſſungen anzuſtellen, und eine richtige Landkarte hieraus zu verfertigen ſey, lehren **Marinoni** [γ]), **Mayer** [δ]), **Hogreve** [ε]), **Bugge** [ζ]) u. m. a.

Schon in der alten Geſchichte des jüdiſchen Volkes werden Abriſſe von Ländern erwähnet. Unter den Griechen ſoll nach der Erzählung des **Diogenes Laertius** die erſte geographiſche Karte der damahls bekannten Länder von **Anaximander** verfertiget ſeyn. Bey den Römern wurden den triumphirenden Feldherrn Zeichnungen der eroberten Länder vorgetragen, und in Rom ſo wohl als auch in den Provinzen fanden ſich Vorſtellungen von der Erdoberfläche [η]).

Zu der Geographie des Ptolemäus verfertigte der Alexandriner **Agathodämon** 26 Karten, welche Europa in 13, Afrika in 4 und Aſien in 12 Blättern vorſtellten. Dieß beträgt einen Theil der Oberfläche der Erde, welcher von Oſten nach Weſten etwa doppelt ſo groß iſt, als von Norden nach Süden, woher eben die in der mathematiſchen Geographie

α) Hiſtoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1701. p. 127 ſqq.

β) Vollſtändige und gründliche Anweiſung zur Verzeichnung der Land- See- und Himmelskarten. Erlang. 1794. 8.; auch mit dem Titel, J. T. Mayer gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktiſchen Geometrie. IV. Theil.

γ) De re ichnographica. Vindob. 1751. fol.

δ) Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktiſchen Geometrie, 2te Aufl. Theil I-IV. Götting. 1792-1795. 8.

ε) Praktiſche Anweiſung zur topographiſchen Vermeſſung eines ganzen Landes. Hannover 1793. 8.

ζ) Beſchreibung der Ausmeſſungsmethode, welche bey den däniſchen geographiſchen Karten angewandt worden; a. d. Dän. von Marcus, mit Zuſätz. des Herrn Oberſtlieut. Aſter, auch Herrn Bugge ſelbſt. Dresden 1787. gr. 4.

η) *Varro* de re ruſtica c. 12. *Eumenii* orat. ad praef. Gall. in panegyr. veter. c. 20.

eingeführten Nahmen **Länge** und **Breite** entſtanden ſind. In Anſehung der Länge beträgt dieſer Theil 124 Grade, welche ſehr unrichtig bis auf 180° ausgedehnet ſind, in Anſehung der Breite hingegen 84 Grade. Der äußerſte Parallelkreis gegen Norden zu geht durch den 64. Grad. Die Verzeichnung endiget ſich mit einer kleinen Inſel über Britannien, **Thule**, und der Beyſchrift, Mare hyperboreum. Rußland und ein Theil von Polen fehlen ganz. Die weſtliche Küſte von Afrika geht bis 6½ Grad nördlicher, aber die öſtliche bis 12½ Grad ſüdlicher Breite an das Vorgebirge **Praſium**. Gegen Oſten endiget ſich Aſien mit der Küſte **Camboja**, die unterhalb der Linie fortgeht, ſich nach Weſten wendet, und bey dem Vorgebirge Praſium mit Afrika zuſammenhängt.

Durch weitere Fortſchritte in den mathematiſchen Wiſſenſchaften und vorzüglich in der Aſtronomie ſind auch die Landkarten verbeſſert worden. Hierzu legten vorzüglich **Sebaſtian Münſter** [α]), **Ortelius** [β]) und **Gerhard Mercator** zu Löwen den Grund. Die Karten des letztern edirte **Jodokus Hond** [γ]) in 114 Tafeln. Schon **Wilhelm Janſſon Blaeu** und ſein Sohn **Johann** lieferten einen Atlas in ſechs Theilen, welche 616 Karten enthalten. Vorzüglich verdient um die Verbeſſerung der Landkarten haben ſich die ehemahlige hondiſche Officin, welche nach und nach an die **Janſſon Waesberge**, an **Moſes Pitt** und **Swart**, und an **Peter Schenk** und **Gerard Valk** kam, und unter den holländiſchen Künſtlern die **Viſſcher**, **Dankerts** und **de Witt** gemacht. Durch die Bemühungen der pariſer Akademie und der londner Societät konnten endlich auch **de l'Isle** in Frankreich und **Moll** in England die Landkarten nach aſtronomiſchen Beobachtungen und andern Entdeckungen verbeſſern. Beſonders verdient machte ſich aber hierin **Johann Baptiſta Homann** zu Nürnberg. **Cellarius** hatte

α) Coſmographia. Baſil. 1550.
β) Theatrum orbis terrarum. Antverp. 1570. fol. maj.
γ) Atlas *Gerh. Mercatoris*. Amſt. 1604.

hatte von ihm zur Notitia orbis antiqui die Karten ſtechen laſſen, und **Hübner** nahm aus ſeiner Officin die Karten zum Schulatlas, welche zuerſt methodiſch illuminiret wurden. Mit Beyhülfe des Prof. **Doppelmayr** ſuchte er ſeinen Karten größere Vollkommenheit zu geben, die nachher durch ſeine Erben noch weiter getrieben wurde. Die homanniſchen Karten ſind in dem großen Atlas geſammelt, deſſen erſter Band 150 Karten, der zweyte 125 Karten von Deutſchland allein, und der Supplementband noch 77 Blätter enthält, wozu noch der aſtronomiſche Atlas von **Doppelmayr**, der topographiſche oder Städteatlas, der hiſtoriſche von **Haſe**, und ein Specialatlas von Schleſien gehören. Bey dem ſo genannten Geſellſchaftsatlaſſe von 40 Karten iſt der erſte Meridian durch Ferro gelegt, da ihn ſonſt die homanniſchen Karten 20° weſtwärts von Paris ſetzen.

Um die Unvollkommenheit der Geographie vor Augen zu legen, gab **Tobias Mayer** im Jahre 1750 ſeine kritiſche Karte von Deutſchland heraus, woraus erhellet, wie weit die de l'isleiſchen, homanniſchen und aſtronomiſchen Angaben der Stellen und Grenzen Deutſchlands von einander abweichen. In den neuern Zeiten ſind zwar die Landkarten auf eine weit größere Stufe der Vollkommenheit gekommen, da man vorzüglich die Längen der Oerter durch richtige Methoden genauer zu beſtimmen geſuchet hat; allein deſſen ungeachtet haben ſie noch nicht den Grad der Vollkommenheit erlangt, der ihnen zu wünſchen wäre. Für die vollſtändigſten in Deutſchland werden jetzt die von **Güßefeld** in Weimar verfertigten gehalten.

M. ſ. **Pfennigs** Anleitung zur Kenntniß der mathematiſchen Erdbeſchreibung. Berlin u. Stettin 1779. 8. S. 151 u. f. **Käſtner** Anfangsgründe der mathemat. Geographie. 4. Aufl. Götting. 1792. §. 38. V. §. 63. 66.

Landwinde ſ. **Winde**.

Laterne magiſche ſ. **Zauberlaterne**.

Lava ſ. **Vulkane**.

Laugenartige Luft ſ. **Gas, laugenartiges**.

Laugenſalze, Alkalien, alkaliſche Salze (alcalia, ſalia alcalina, alkalis, ſels alkalis). Dieſen Nahmen führt eine eigene Hauptart von Salzen, die gewöhnlich durch folgende Kennzeichen zu erkennen ſind: ſie haben einen ſcharfen und urinöſen Geſchmack, machen die blaue Farbe verſchiedener Pflanzenpigmente grün, und ſtellen die durch Säuren roth gemachten blauen Pigmente wieder in ihrer vorigen Farbe dar, ſo wie im Gegentheil die Säuren die Wirkungen der Alkalien darauf aufheben.

Die Alkalien machen nicht alle blaue Pflanzenſäfte grün, ſo wie z. B. nicht die Lakmustinktur. Als eines gegenwirkenden Mittels bedienet man ſich zur Entdeckung der Alkalien des blauen Veilchenſyrups, des mit Fernambuc roth gefärbten, des mit Curcuma gelb gefärbten Papiers, der durch eine ganz ſchwache Säure roth gefärbten Lakmustinktur, und auch der rothen Alkannatinktur.

In ihrer innigſten Verbindung mit Säuren geben ſie Neutralſalze, mit Oelen und Fettigkeiten Seifen, mit dem Schwefel die ſo genannte Schwefelleber, und die feuerbeſtändigen Alkalien mit den Erden zuſammengeſchmolzen Glas.

In der Natur findet man dieſe Salze nicht rein, ſondern immer in Verbindung mit andern Subſtanzen z. B. mit Kohlenſäure und andern Säuren. Erſt durch die Kunſt müſſen ſie davon geſchieden werden. Die reinern Alkalien, wovon hier die Rede iſt, zeigen eine auflöſende Kraft auf das Zellgewebe und die thieriſche Faſer, und werden daher auch **ätzende Alkalien** (alcalia cauſtica) genannt.

Man kennt von den Alkalien drey Arten: 1) das **Gewächsalkali**, 2) das **Mineralalkali** und 3) das **Ammoniak**. Die beyden erſtern heißen auch wegen ihrer Eigenſchaft gemeinſchaftlich **feuerbeſtändige Alkalien** (alcalia fixa, alkalis fixes); das letztere aber heißt **flüchtiges Alkali** (alcali volatile, alkali volatil).

Das **Gewächslaugenſalz, Pottaſche, vegetabiliſches Laugenſalz, alkaliſcher Aezſtein, Seifenſiederlauge** (alcali vegetabile, potaſſa, lapis cauſticus alcali-

alcalinus, lixiuium ſaponarium, alcali fixe végétal, potaſſe). Man gewinnt es durchs Auslaugen aus der Aſche der Pflanzen. Auch in einigen vulkaniſchen Produkten, worin man es entdecket hat, iſt es ohne Zweifel vegetabiliſchen Urſprungs, und zwar aus Brennmaterialien der Flötzgebirge. Es iſt dieſes Salz, wenn es völlig ausgetrocknet iſt, weiß und feſt, ohne Geruch, und von einem gewiſſermaßen feurigen Geſchmack. An der Atmoſphäre zieht es ſchnell Feuchtigkeit an und zerfließt. Bey dieſem freywilligen Zerfließen an der Luft aber ſaugt es die darin befindliche Kohlenſäure ein, und bleibt alsdann nicht mehr reines Laugenſalz. Um es in reinem Zuſtande zu erhalten, muß es in genau verſchloſſenen und gegen den Zugang der Luft und der Feuchtigkeit verwahrten Gefäßen aufbewahret werden. Im Waſſer löſet es ſich leicht auf und zwar mit Erwärmung; die Auflöſung hat einen Geruch der friſch getünchten Zimmer. Die Kryſtalliſirbarkeit dieſes Salzes, welche vorher unbekannt war, hat Herr **Lowitz** [α]) dargethan. Die Kryſtallen ſind ſtark abgeſtumpfte vierſeitige Pyramiden, welche ſich im Waſſer mit beträchtlicher Kälte auflöſen. Im Feuer ſchmelzt es ſonſt leicht ſchon bey 336° nach Fahrenh. und iſt ſonſt übrigens ziemlich feuerbeſtändig.

Nach Herrn **Girtanner** iſt es höchſt wahrſcheinlich, daß die Pottaſche ein wahres Produkt ſey. Denn man könne durch keine andere Mittel Pottaſche aus Pflanzen erhalten, als indem man dieſelben mit Körpern in Verbindung bringt, welche Sauerſtoff und Salpeterſtoff enthalten; nämlich entweder durch Verbrennen oder durch die Verbindung mit der Salpeterſäure. Dieſe Meinung, daß die Pottaſche erſt durchs Verbrennen der Pflanzen entſtehe, und vorher in den Pflanzen nicht geweſen ſey, haben bereits viele ältere Chemiker geheget. Sie wurde aber nachher völlig verworfen, nachdem **Marggraf** [β]) und **Wiegleb** [γ]) dargethan hatten,

α) Crell chemiſche Annalen 1793. B. I. S. 166 f.
β) Chymiſche Schriften. II. Th. Berlin 1767. S. 40.
γ) Chymiſche Verſuche über die alkaliſchen Salze. Berlin u. Stettin 1774. 8.

daß man das Gewächsalkali aus dem Weinſtein auch ohne Feuer ziehen und aus den Pflanzen Neutralſalze mit alkaliſchen Grundtheilen erhalten könne.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem wird das Gewächslaugenſalz als unzerlegter Körper betrachtet.

Das **Mineralalkali** (alcali minerale, natrum, ſoda, alicali mineral ou marin, ſoude). Dieſes Laugenſalz iſt dem Gewächsalkali in den angeführten Eigenſchaften ſo ähnlich, daß man ſeinen weſentlichen Unterſchied nur durch die verſchiedenen Verbindungen mit Säuren und Wahlverwandtſchaften darthun kann, welche ihn aber auch ſehr auffallend beweiſen. Man gewinnt es aus der Aſche verſchiedener am geſalzenen Meere oder an Salzquellen wachſenden Pflanzen, und vorzüglich aus Neutralſalzen, in welchen es, wie z. B. im Kochſalze, mit einer Säure vereiniget, im Mineralreiche vorkömmt. Sein Geſchmack iſt weniger brennend und ſcharf, und zieht die Feuchtigkeit weniger an ſich als das Gewächslaugenſalz. Die Kryſtallen von dieſem Salze verlieren an der Luft das Kryſtalliſationswaſſer, und zerfallen in ein weißes Pulver.

Auch dieſes Salz iſt nach Herrn **Girtanner** höchſt wahrſcheinlich ein Produkt, und vor dem Verbrennen in den Pflanzen nicht enthalten. Uebrigens wird es nach dem neuern Syſteme ebenfalls unter die unzerlegten Körper gezählet.

Dieſe beiden Laugenſalze haben auf die Lebensluft und das Stickgas gar keine Wirkung, außer daß ſie die darin befindliche Feuchtigkeit in ſich nehmen, wenn ſie trocken damit in Berührung kommen.

Das **flüchtige Laugenſalz**, **urinöſes Salz**, **Ammoniak** (alcali volatile, ſal vrinoſum, ammoniacum, alcali volatil, ammoniaque). Dieſes Salz unterſcheidet ſich von den beiden vorhergehenden Alkalien durch einen ſehr lebhaften, ſtechenden und erſtickenden Geruch, und durch ſeine große Flüchtigkeit. Es iſt nicht allein dem Thierreiche eigen, ſondern es findet ſich auch in einigen vegetabiliſchen

und

und mineraliſchen Subſtanzen. In feſter Geſtalt können wir es nicht darſtellen, ſondern es erſcheinet immer, wenn es ohne Verbindung iſt, in Gasform; im Waſſer läßt es ſich aber aufgelöſet erhalten, als tropfbar flüſſiges Ammoniak, welches auch ſonſt unter dem Nahmen des **ätzenden Salmiakgeiſtes** bekannt iſt. Nur mit Verbindung der Säuren gibt es feſte Produkte, welche überhaupt **Ammoniakalſalze** genannt werden.

Das Ammoniak iſt eine entzündliche Subſtanz. Wenn nämlich mit dem Ammoniakgas eine hinlängliche Menge von atmoſphäriſcher Luft verbunden wird, ſo läßt es ſich auch ſelbſt durch den elektriſchen Funken anzünden. Hieraus kann man ſchon abnehmen, daß das Ammoniak kein einfacher Körper ſey. Bey der Unterſuchung des ſalpeterſauren Ammoniaks (Salpeterſalmiaks), welches noch vor dem Glühen, und ohne Berührung mit verbrennlichen Körpern verpufft, hatte Herr **Berthollet** zuerſt Gelegenheit *), das Ammoniak zu zerſetzen. Als er nämlich dieſe Verpuffung in einem verſchloſſenen, und mit dem pneumatiſchen Apparat verbundenen Gefäße veranſtaltete, fand er in der Vorlage mehr Waſſer, als in dem verpufften Körper hätte enthalten ſeyn können, das aber in Vergleichung des zerſetzten Salzes nur ſehr wenig Salpeterſäure enthielt. Das übrige in der Vorlage war Stickgas. Daraus ſchloß **Berthollet**, daß das Ammoniak aus Stickſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzet ſey, und daß bey der Operation der Waſſerſtoff des Ammoniaks mit dem Sauerſtoff der Salpeterſäure zu Waſſer, und der andere Grundtheil des Ammoniaks und der Salpeterſäure, nämlich der Stickſtoff frey werde, und das Stickgas entweiche. Nach dieſer Zeit haben die Antiphlogiſtiker eine Menge analytiſcher und ſynthetiſcher Verſuche angeſtellet, welche die Zuſammenſetzung des Ammoniaks aus Waſſerſtoff und Stickſtoff beweiſen ſollen.

*) Zerlegung des flüchtigen Laugenſalzes; aus den mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1785. p. 316 ſqq.; überſ. in Crells chem. Annal. 1791. B. II. S. 169 u. f.

Man nehme eine ganz kleine Retorte, fülle dieſelbe mit ganz trockenem Queckſilber an, und laſſe nachher Ammoniakgas durch das Queckſilber gehen, ſo daß die Retorte bis an den Hals, der unterwärts gekrümmt und mit dem Queckſilberapparate verbunden iſt, angefüllt wird. Hierauf bringe man unter dem Queckſilber ein Stück weißen Bleykalk in die Retorte, ſo daß dieſer an dem Boden der Retorte in das Gas fällt, und das Queckſilber nicht berühret. Bringt man nachher die Flamme eines Wachslichtes unter die Stelle, wo der Bleykalk liegt, und erwärmt dieſelbe, ſo ſieht man, daß der Bleykalk in ein Bleykorn ſich verwandelt, wobey zugleich einige Tropfen Waſſer entſtehen, und ſtatt des Ammoniakgas nichts weiter als Stickgas zurückbleibt, welches einen größern Umfang hat, und das Queckſilber aus dem Halſe der Retorte heraustreibt. Nach der Meinung der Antiphlogiſtiker ſoll ſich hierbey der Waſſerſtoff des Ammoniaks mit dem Sauerſtoffe des Bleykalks verbinden, und Waſſer bilden, da hingegen der Stickſtoff des Ammoniaks mit dem Wärmeſtoffe verbunden in Gasgeſtalt zurückbleibt.

Man laſſe unter eine auf trockenem Queckſilber ſtehende, und mit überſaurem kochſalzgeſäuerten Gas angefüllte Glocke wohl ausgetrocknetes Ammoniakgas gehen, ſo entſteht im Augenblick eine kleine weiße Flamme. Der überflüſſige Sauerſtoff verbindet ſich nach der Meinung der Antiphlogiſtiker mit dem Waſſerſtoffe des Ammoniaks, und Waſſertropfen zeigen ſich in Menge an der innern Seite der Glocke. Herr **Girtanner** nennt dieſen Verſuch einen ſchönen Verſuch, weil er gleichſam in einem Augenblicke die Zerlegung des Ammoniaks ſowohl als die Zuſammenſetzung des Waſſers zeige.

Man verbinde eine Retorte, in welcher Ammoniak enthalten iſt, mit einem Flintenlaufe, welcher mit gepulvertem Braunſtein angefüllt wird, und den Flintenlauf verbinde man mit dem pnevmatiſchen Apparate. Den Flintenlauf mache man glühend, und erwärme nachher die Retorte, welche das Ammoniak enthält, mit einem brennenden Wachslichte. Das Ammoniakgas wird durch den glühenden Braunſtein

gehen,

gehen, und unter dem pnevmatiſchen Apparate wird man nitröſe Luft erhalten. Dadurch nämlich iſt das Ammoniak zerlegt und in Salpeterſäure verwandelt worden, indem ſich der Waſſerſtoff des Ammoniaks mit dem Sauerſtoffe der Halbſäure verbunden hat.

Nimmt man zu dieſem Verſuche ſtatt des Flintenlaufes eine Röhre von Porzellan, ſo erhält man ſalpetergeſäuertes Ammoniak in Gasgeſtalt, Waſſer und Stickgas. Herr **Girtanner** nennt dieſen Verſuch einen herrlichen Verſuch, weil er zu gleicher Zeit die Beſtandtheile des Waſſers, die Beſtandtheile der Salpeterſäure und die Beſtandtheile des Ammoniaks beweiſe.

Wenn man annimmt, daß die Elektricität bloß mechaniſch nicht chemiſch wirke, ſo wird die Zerlegung des Ammoniaks durch den elektriſchen Funken mehr direkt, als in den vorigen Verſuchen erwieſen. So ließ **Berthollet** wiederhohlte elektriſche Funken durch Ammoniakgas im Queckſilberapparate gehen, und fand, daß ſich das Gas in Stickgas verwandelte, und in ſeinem Umfange mehr als die Hälfte zunahm. Der eine Beſtandtheil des Ammoniaks, nämlich der Waſſerſtoff, ſoll ſich mit dem Sauerſtoffe des Queckſilberkalks verbinden, womit das Queckſilber jederzeit als mit einem Häutchen bedecket iſt; aus dieſer Verbindung entſtehet Waſſer; der andere Beſtandtheil hingegen, nämlich der Stickſtoff mit dem Wärmeſtoffe verbunden, bleibe als Stickgas zurück.

Andere Verſuche des Herrn **van Marum** *) beweiſen, daß das Ammoniakgas durch den elektriſchen Funken, welches in engen Glasröhren eingeſchloſſen war, in Stickgas und brennbares Gas zerleget wurde. Es verband ſich nämlich der eine Grundſtoff des Ammoniaks, der Stickſtoff, mit einem Theile Wärmeſtoff zum Stickgas, und der andere

*) Deſcription d'une grande machine électrique etc. Haarlem 1785. 4. maj. p. 128. prém. continuation des expériences faites etc. p. M. *van Marum* 1787. 4. maj.

dere Grundtheil, der Waſſerſtoff, mit dem andern Theile Wärmeſtoff zum brennbaren Gas.

Einige von denen Verſuchen, welche die Zuſammenſetzung des Ammoniaks darthun, ſind folgende. Man ſetze eine mit Waſſer verdünnte Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure in einer Retorte dem Feuer aus, und verbinde den Hals der Retorte mit einem Flintenlaufe, der mit kleinen Stücken von Eiſen angefüllet iſt, und glühend erhalten wird, ſo erhält man unter dem pnevmatiſchen Apparate, womit das andere Ende des Flintenlaufs verbunden iſt, Ammoniakgas. Die Salpeterſäure und das Waſſer werden beide in ihre Beſtandtheile zerlegt, und der Stickſtoff der erſtern verbindet ſich mit dem Waſſerſtoff des andern zum Ammoniak. Wenn man unter einer Glocke unter Queckſilber geſchwefeltes Waſſerſtoffgas mit Stickgas vermiſcht, ſo erhält man Ammoniakgas. Man feuchte Zinnfeile mit ſchwacher Salpeterſäure an, laſſe die Miſchung ein Paar Minuten ſtehen, und miſche alsdann Pottaſche oder reine Kalkerde damit, ſo wird man ſogleich den Geruch des Ammoniakgas bemerken. Man vermiſche Salpeterſäure mit Eiſenfeil, Schwefel und ein wenig Waſſer in einem Gefäße und verſchließe es. Nach einer Stunde öffne man ſelbiges, ſo wird man einen ſtarken Geruch von Ammoniak bemerken.

Auch in freyer Luft entſteht ſchon Ammoniak, wenn man mit Waſſer angefeuchtete Eiſenfeil der atmoſphäriſchen Luft ausſetzet, indem ſich der Stickſtoff der Luft mit dem Waſſerſtoffe des Waſſers verbindet. Hieraus erklären die Antiphlogiſtiker die Entſtehung des Ammoniaks in der Erde, vorzüglich in Kohlenminen und bey Vulkanen, indem jederzeit Ammoniak erzeuget wird, ſo oft Eiſen, Waſſer und Schwefel in der atmoſphäriſchen Luft gemiſcht werden.

Zur Beſtätigung dieſer Theorie hat **Milner** *) einen ſehr günſtigen Verſuch angeſtellet; er ließ nämlich das flüſſige

*) Philoſoph. transact. Vol. LXXIX. 1789. p. 300.; überſ. in Grens Journ. der Phyſik. B. III. S. 83.

ſige Ammoniak durch glühenden Braunſtein in einem Flintenlaufe ſtreichen, und erhielt dadurch nitröſe Luft. Dieſen Verſuch hat **Milner** mit gleichem Erfolge oft wiederhohlet. Hierbey verbindet ſich der Stickſtoff mit dem entlaſſenen Sauerſtoff des Braunſteins, welche mit dem Wärmeſtoffe das nitröſe Gas bilden.

Herr **Gren** *) führet noch an, daß, wenn man Ammoniakgas mit Sauerſtoffgas vermiſcht, und dieſes Gemiſch anzündet, das Produkt des Verbrennens Waſſer und Stickgas ſey. Daraus folgert er nun, daß das Ammoniak aus dem Waſſerſtoffe und Stickſtoffe zuſammengeſetzet ſey. Das Ammoniak, welches aus thieriſchen Körpern durch trockene Deſtillation derſelben oder durch Fäulniß zum Vorſchein komme, präexiſtire nicht in ihnen, ſondern werde erſt aus dem Waſſerſtoffe und Stickſtoffe dieſer Subſtanzen neu erzeuget und zuſammengeſetzt.

Wenn es ſeine Richtigkeit haben ſollte, daß nach Herrn **Göttlings** neuern Verſuchen Stickluft vielmehr durch die Einwirkung des Lichtes entſtehet, ſo ließen ſich doch noch manche Einwendungen gegen die Erklärung der Antiphlogiſtiker dieſer ſo ſchönen Verſuche machen.

M. ſ. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1794. 8. Cap. 4. **Gren** ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 310 u. f.

Lebensluft ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes.**

Leere, leerer Raum (vacuum, ſpatium vacuum, vuide). Von dem Raume überhaupt können wir uns auf keine andere Art eine Idee machen, als zugleich bey der Vorſtellung der Materie. Mit der Vorſtellung der Materie iſt die Vorſtellung des Raums unzertrennlich verbunden. Die Materie iſt nämlich bloße Erſcheinung unſerer äußern Sinne, und der Raum die weſentliche Form derſelben. Ob alſo gleich Materie ohne Raum nicht gedenkbar iſt, ſo kann man ſich doch einen Raum vorſtellen, in welchem

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 885.

welchem keine Materie enthalten iſt, und dieſer heißt alsdann ein **leerer Raum**. Ob aber leere Räume in der Natur wirklich vorhanden ſind, daß kann weder ſchlechthin bejahet noch verneinet werden. Alles, was ſich hiervon ſagen läßt, beruht ganz allein auf metaphyſiſchen Gründen, und ſelbſt der dogmatiſche Phyſiker muß ſich zuletzt darauf ſtützen. Die verſchiedenen Begriffe des leeren Raumes haben ihre Beziehung auf die verſchiedenen Begriffe der Bewegung und der bewegenden Kräfte.

In aller Erfahrung muß etwas empfunden werden, mithin muß auch der Raum, in dem wir über die Bewegung Erfahrung anſtellen wollen, empfindbar, d. i. durch das, was empfunden werden kann, bezeichnet ſeyn, und dieſer Raum heißt der **empiriſche** oder **materielle Raum**. Er iſt folglich eben, weil er materiel iſt, ſelbſt beweglich. Ein beweglicher Raum aber, wenn ſeine Bewegung ſoll wahrgenommen werden können, ſetzt wiederum einen andern materiellen erweiterten Raum voraus, in welchen er beweglich iſt, dieſer eben ſo wieder einen andern und ſo fort bis ins Unendliche. Ein **abſolut leerer Raum** alſo, d. i. ein ſolcher, welcher, weil er nicht materiel iſt, auch kein Gegenſtand der Erfahrung ſeyn kann, iſt unmöglich. Gedenkt man ſich demnach einen ſolchen abſolut leeren Raum, ſo muß man ihn nicht als etwas annehmen, was zur Exiſtenz der Dinge, ſondern bloß als etwas, das zur Beſtimmung der Begriffe gehöret. Fälſchlich nahmen daher einige Naturforſcher einen ſolchen für ſich exiſtirenden grenzenloſen leeren Raum an, deſſen Daſeyn ſchon vor der wirklichen Körperwelt vorhergegangen ſey, und in welchem der Schöpfer die Körper geſetzet habe. So nahm unter den Alten die epikuräiſche Schule den Begriff vom Leeren an, wiewohl dieſe die Vereinigung der Atomen in dieſem leeren Raume keinem Schöpfer, ſondern einer zufälligen Ablenkung derſelben vom geraden Wege zuſchrieb. Auch **Muſſchenbroek** *) ſtellt ſich den leeren Raum auf dieſe Weiſe vor.

In

*) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. I. cap. 3. de ſpatio vacuo.

In einem andern Sinne verſteht man unter dem leeren Raume denjenigen, welcher mit Materie nicht erfüllet iſt, d. h. worin dem Eindringen des Beweglichen nichts anderes Bewegliches widerſtehet, und dieſer Raum kann entweder der leere Raum in der Welt (vacuum mundanum), oder wenn dieſe als begrenzt vorgeſtellt wird, der leere Raum **außer der Welt** (vacuum extramundanum) ſeyn; der erſtere auch entweder als **zerſtreueter** (vacuum diſſeminatum), welcher nur einen Theil des Volumens ausmacht, oder als **gehäufter leerer Raum** (vacuum coacervatum), welcher die Körper, z. B. die Weltkörper, von einander abſondert, vorgeſtellet werden. Dieſe Unterſcheidung iſt zwar eben nicht weſentlich, weil ſie nur auf den Unterſchied der Plätze, welche man dem leeren Raum in der Welt anweiſet, beruhet, aber doch in verſchiedener Rückſicht brauchbar; erſterer nämlich, um den ſpecifiſchen Unterſchied der Dichtigkeit, und der zweyte um die Möglichkeit einer von allem äußern Widerſtande freyen Bewegung im Weltraume davon abzuleiten. Den leeren Raum in erſterer Abſicht nach der dynamiſchen Lehre anzunehmen iſt nicht nöthig, da die Erfüllung des Raumes, die unendlich verſchieden ſeyn kann, auch unendlich verſchiedene ſpecifiſche Dichtigkeiten der Materie möglich macht; daß es aber unmöglich ſey, kann aus ſeinem Begriffe allein nach dem Satze des Widerſpruchs keinesweges bewieſen werden. Indeſſen, wenn auch kein logiſcher Grund der Verwerfung desſelben aufzufinden wäre, könnte doch ein allgemeiner phyſiſcher Grund da ſeyn, ihn aus der Naturlehre zu verweiſen. Nimmt man nämlich an, daß eine feine im ganzen Weltraume verbreitete Materie vorhanden ſey, welche Meinung manche Gründe für ſich hat (m. ſ. **Aether**), ſo würde der leere Raum innerhalb der Materien, wenn gleich nicht logiſch, doch dynamiſch, mithin phyſiſch unmöglich ſeyn, weil jene Materie ſich in die leeren Räume, die man innerhalb derſelben annähme, von ſelbſt ausbreiten und ſie jederzeit erfüllt halten würde. Nach dem atomiſtiſchen Syſteme iſt

man freylich in die Nothwendigkeit verſetzet, einen zerſtreuet leeren Raum anzunehmen, indem es ſonſt ganz unmöglich wäre, Materie von verſchiedener Dichtigkeit zu gedenken. Allein die Annahme des zerſtreut leeren Raumes iſt nach dieſem Syſteme nicht weniger hypothetiſch, als die Verwerfung desſelben nach dem dynamiſchen Syſtem.

Auch ein leerer Raum außer der Welt, wenn man unter dieſer den Inbegriff aller vorzüglich attractiven Materien (der großen Weltkörper) verſtehet, würde dynamiſch betrachtet aus eben den angeführten Gründen unmöglich ſeyn, weil nach dem Maße als die Entfernung von dieſen zunimmt, auch die anziehende Kraft auf die im ganzen Weltraume verbreitete feine Materie im umgekehrten Verhältniſſe abnimmt, dieſe alſo ſelbſt nur ins Unendliche an Dichtigkeit abnehmen, nirgends aber den Raum ganz leer laſſen würden.

Was endlich den leeren Raum in mechaniſcher Abſicht betrifft, ſo iſt dieſer das gehäufte Leere innerhalb des Weltganzen, um den Weltkörpern freye Bewegung zu verſchaffen. Die Möglichkeit oder Unmöglichkeit desſelben beruht nicht auf metaphyſiſchen Gründen, ſondern dem ſchwer aufzuſchließenden Naturgeheimniſſe, auf welche Art die Materie ihrer eigenen Ausdehnung Schranken ſetzet. Wenn man aber annimmt, daß Materie ihren Raum mit größerer oder bis ins Unendliche immer kleinern Ausdehnungskraft erfüllt, ſo möchte wohl, um der freyen dauernden Bewegung der Weltkörper willen, einen leeren Raum anzunehmen unnöthig ſeyn, weil der Widerſtand, ſelbſt bey gänzlich erfülltem Raume, alsdann doch ſo klein als man will gedacht werden kann.

Die Epikuräer vertheidigten den leeren Raum im ausgedehnteſten Umfange, und **Lucrez** *) gibt verſchiedene Beweiſe, wovon ſich aber die meiſten auf den zerſtreuet leeren Raum beziehen. Die Peripatetiker hingegen ſchreiben der

*) De rerum natur. lib. I. v. 335. 370. 385.

der Natur eine Abneigung gegen den leeren Raum zu, und ſuchen daraus verſchiedene Phänomene zu erklären.

Carteſius [α]) läugnete gänzlich alle Leere in der Körperwelt, welche er ſich allenthalben unbegrenzt, und ſo vollkommen mit Materie ausgefüllt vorſtellet, daß weder im Ganzen noch zwiſchen den Theilen der Körper ein leerer Raum anzutreffen iſt. Sein abſolut voller Raum iſt ein Hauptgrundſatz in ſeinem Syſteme. Dieſemnach iſt er der atomiſtiſchen Vorſtellung gemäß genöthiget, die verſchiedene Dichte als ein bloßes Phänomen zu betrachten, welches aus der verſchiedenen Menge der in die Zwiſchenräume eingedrungenen ſubtilen Materie entſtehe, alle Bewegung aber für kreisförmig, d. i. ſo zu erklären, daß ein Körper den zweyten, dieſer den dritten u. ſ. f. im Kreiſe fortgerechnet aus der Stelle treibe, der letzte aber an die Stelle des erſtern wieder eintrete.

Newton [β]) hingegen beſtritt **Carteſens** vollen Raum mit allem Rechte, indem beide die Sache bloß nach dem atomiſtiſchen Syſteme betrachteten. Natürlich müßten alsdann alle Bewegungen in einer ſolchen compakten Maſſe von materiellen Theilen, die als abſolut undurchdringlich zu betrachten ſind, einen unendlichen Widerſtand finden. Wenn man auch mit **Carteſen** annehmen wollte, daß die ſubtile Materie ſo fein zertheilet ſey, daß ſie faſt gar nicht mehr widerſtehe, ſo könnte, wie **Newton** that, gezeiget werden, daß dieß nur leere Behauptung wäre, indem auch die feinſte Zertheilung der Materie den Widerſtand nicht merklich ändere, welchen der volle Raum dem bewegten Körper entgegenſetzet. So würde eine Kugel, welche ſich in einem carteſianiſchen vollen Mittel bewegte, bey aller Feinheit und Flüſſigkeit deſſelben, dennoch mehr als die Hälfte ihrer Bewegung verlieren, ehe ſie noch die dreyfache Länge ihres Durchmeſſers durchlaufen hätte. Es würde daher gar nicht möglich ſeyn, daß ein Menſch ſich von der Stelle bewegte, geſchweige

α) Princip. philoſ. P. II. §. 10 ſqq.
β) Princip. lib. II.

ſchweige denn, daß die Himmelskörper, deren Lauf keine merkliche Retardation zeiget, in einem vollkommen dichten Mittel fortgehen könnten.

Alle dieſe Einwendungen aber, welche **Newton** gegen den vollen Raum beygebracht hat, fallen ſogleich weg, wenn man alles dynamiſch betrachtet. Denn die ausdehnende Kraft der im Raume befindlichen Materie kann ſo gering als man will ſeyn, ſo daß der Widerſtand gegen die Bewegung der ankommenden Körper unendlich gering iſt.

Man verſteht auch unter dem Worte **Leere, oder leerer Raum, Vacuum**, einen bloßen **luftleeren Raum** (ſpatium ab aëre vacuum). Weil die Luft auf unſerer Erde vermöge ihrer Elaſticität in alle Räume eindringt, welche von anderer Materie leer ſind und zu welchen ihr der Zugang offen iſt, ſo läßt ſich kein anderer luftleerer Raum bewerkſtelligen, als durch die Kunſt. Der durch die Luftpumpe bewirkte luftleere Raum, der **boyliſche** oder vielmehr **guerickiſche** (vacuum Boylianum, Guerickianum, vuide de Boyle) iſt eigentlich nicht vollkommen luftleer, ſondern nur ein verdünnter Raum. Hingegen der Raum über dem Queckſilber im Barometer, die **torricelliſche Leere**, ſoll bey einem guten Barometer vollkommen luftleer ſeyn. Feinere Materien, welche auch das Glas durchdringen, können aus ſolchen Räumen nicht entfernet werden.

M. ſ. **Kant** metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. Riga, 1787. 8. S. 155 u. f.

Leicht (leve, léger). Dieſes Wort drückt bloß einen relativen Begriff aus, indem man nicht beſtimmen kann, wie leicht ein Körper an ſich iſt, ſondern nur wie viel er leichter als der andere iſt. Bey dieſer Vergleichung kann die Leichtigkeit des einen Körpers gegen die des andern unendlich klein, d. h. ſein abſolutes Gewicht = 0 oder wohl gar negativ ſeyn. In dieſem Falle müßte der Körper von der Erde entfliehen. Einen ſolchen Körper kennen wir auf unſerer Erde nicht, indem alle Erfahrung und ſelbſt andere

Gründe

Gründe beweiſen, daß die uns bekannte Materie gegen die Erde ſchwer iſt. Es haben zwar einige Chemiker gewiſſe Materien, als z. B. Licht, Wärmeſtoff, Phlogiſton u. d. g. als negativ ſchwer angenommen; allein ihre Beweiſe ſind keines Weges hinreichend, dieſe Ausnahme ſo weniger Stoffe von der allgemeinen Regel als wahr zu erkennen.

Specifiſch leichter oder **leichtartiger** (ſpecifice levius) als ein anderer, heißt ein Körper, welcher bey gleichem Volumen ein kleineres abſolutes Gewicht als jener hat.

Leichtigkeit (leuitas, légèreté). Dieſer Ausdruck iſt ebenfalls nur ein relativer Begriff. Ein Körper beſitzet nämlich eine größere Leichtigkeit als ein anderer, wenn jener ein geringeres abſolutes Gewicht als dieſer hat.

Leidner Flaſche ſ. **Flaſche, geladene.**

Leidner Vacuum, kleiſtiſches Vacuum (vacuum Leidenſe, vuide de Leide). Hierunter verſteht man eine belegte Flaſche (fig. 38.) cf, aus der die Luft ausgezogen werden kann, um die elektriſchen Erſcheinungen im luftleeren Raume anzuſtellen. Herr **Henly** hat dieſe Vorrichtung vorzüglich dieſerwegen erfunden, um die frankliniſche Theorie der Elektricität zu beweiſen.

Die äußere Fläche dieſer Flaſche wird etwa drey Zoll hoch mit Stanniol belegt; die innere Fläche brauchet aber nicht beleget zu werden, da die elektriſche Materie den luftleeren Raum durchdringt, und ſchon dadurch mit dem Knopfe c in leitender Verbindung ſtehet. Der Hals derſelben iſt in eine meſſingene Kappe eingekittet, die eine Oeffnung mit einem Ventile hat, und von dieſer Kappe geht ein Draht mit einer ſtumpfen Spitze tief in die Flaſche hinein. Man zieht vermittelſt einer kleinen Handluftpumpe die Luft aus der Flaſche, und ſchraubt auf die Kappe die meſſingene Kugel c auf. Unten bey f iſt eine Mutterſchraube angekittet, um die Flaſche auf einen iſolirten Handgriff oder ein Stativ feſt ſchrauben zu können. e und g ſind klein zugeſpitzte Drähte, welche man benöthigten Falls in die Kugel c und in das Stück f einſchrauben oder auch wieder wegnehmen kann.

Schraubt man dieſe Flaſche luftleer auf einen iſolirten Handgriff, und bringt die Spitze g gegen einen poſitiv elektriſirten Leiter, ſo zeigen ſich im Dunkeln bey g und d leuchtende Sterne oder Punkte, bey e hingegen ſtrömt ein Strahlenbüſchel aus. Bringt man e gegen den poſitiv elektriſirten Conduktor, ſo iſt bey e ein leuchtender Punkt, bey d und g aber erſcheinen Strahlenbüſchel. Wird im Gegentheil g gegen einen negativ elektriſirten Conduktor gehalten, ſo zeigen ſich die Strahlenbüſchel bey g und d, der leuchtende Punkt bey e; und wenn e gegen den negativen Conduktor gebracht wird, ſo iſt ein Strahlenbüſchel bey e, und die leuchtenden Punkte erſcheinen bey d und g. Bey dieſen Verſuchen zeigen ſich die Strahlenbüſchel bey g ſehr ſtark und deutlich, und erfüllen den ganzen Raum der Flaſche mit ihrem Lichte.

Nimmt man die Dráhte e und g weg, hält die Flaſche beym Boden, und bringt den Knopf c gegen den poſitiven Conduktor, ſo erſcheinet bey d ein Strahlenbüſchel; hingegen ein leuchtender Stern, wenn man die Flaſche bey c hält, und mit dem Boden an den poſitiven Conduktor bringt. Alle dieſe Erſcheinungen ſtellen ſich verkehrt dar, wenn der Conduktor negativ elektriſiret iſt.

Dieſe Verſuche zeigen deutlich, daß das elektriſche Licht von + E und — E verſchieden ſey; die Spitzen nämlich, welche + E annehmen, geben leuchtende Sterne, und welche — E annehmen, Strahlenbüſchel. Könnte nun hier mit völliger Gewißheit bewieſen werden, daß der leuchtende Stern ein Eindringen des + E anzeige, ſo wäre auch durch dieſe Verſuche die Theorie Franklins direkt bewieſen.

M. ſ. Cavallo vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Th. I. Leipz. 1797. 8. S. 220. Adams Verſuch über die Elektricität. Leipzig 1785. 8. S. 78 und 82.

Leidner Verſuch ſ. **Flaſche, geladene.**

Leiter der Elektricität Leiter, leitende Körper, anelektriſche Körper, ſymperielektriſche Körper (conductores electricitatis, corpora conducentia ſ. anelectrica,

ctrica, ſymperielectrica, conducteurs, corps anélectriques, ſymperiélectriques) heißen diejenigen Körper, welche die Elektricität ohne großen Widerſtand durch ihre eigene Subſtanz verbreiten oder fortführen. Man muß ſich aber keinesweges die Vorſtellung machen, als wenn die Leiter nicht geſchickt wären, in ihnen urſprüngliche Elektricität zu erregen, als durchs Reiben. Man darf nur dergleichen Körper iſoliren, ſo werden dieſe durchs Reiben ebenfalls alle elektriſche Erſcheinungen geben, wie Verſuche gelehret haben *). Sind hingegen die Leiter nicht iſoliret, ſo führen ſie auch die entweder ihnen mitgetheilte oder in ihnen durchs Reiben erregte Elektricität in den Erdboden über. Dieſer Umſtand hat vorzüglich Veranlaſſung gegeben, die Leiter mit dem Nahmen **unelektriſcher Körper** zu belegen; **ſympetielektriſche Körper** heißen ſie dieſerwegen, weil man ſie mit fremder Elektricität verſehen kann, im Gegenſatze mit den **idioelektriſchen**.

Wenn die dem Leiter mitgetheilte Elektricität durch deſſen Subſtanz ſo fortgeführet werden könnte, daß ihr gar kein Widerſtand von ſelbigem entgegengeſetzet würde, ſo wäre alsdann dieſer Leiter ein vollkommener Leiter. Dergleichen kann es aber in der Natur nach dynamiſchen Principien gar nicht geben; ſelbſt der beſte Leiter hat etwas von der Natur der Nichtleiter, ſo wie der beſte Nichtleiter in etwas leitend iſt.

Die Leiter nehmen die elektriſche Materie ſehr leicht an, führen ſie in einem Moment über die ganze Oberfläche hin, und behalten ſie eine Zeitlang in ſich, wenn ſie iſoliret ſind. Daher ſind ſie bey der Mittheilung und Anhäufung der elektriſchen Materie vorzüglich brauchbar. Eben dieſerwegen wird mit jeder Elektriſirmaſchine wenigſtens ein iſolirter Leiter verbunden, welcher der **erſte Leiter, Hauptleiter,** auch **Conduktor der Maſchine** (conductor principalis, conducteur de la Machine) genannt wird.

*) *Hemmer* ſur l'électricité des métaux; im Journ. de phyſique. Juill. 1780. p. 50. *Herbert* theoria phaenom. electricor. Vindob. 1778. p. 15.

Die beſten Leiter ſind folgende:

Alle Metalle nach dieſer Ordnung: Gold, Silber, Kupfer, Meſſing, Eiſen, Zinn, Queckſilber, Bley, Halbmetalle.

Erze, unter welchen diejenigen die beſten ſind, in welchen das metalliſche den größten Theil ausmacht, und die den Metallen ſelbſt am nächſten kommen.

Kohlen von animaliſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen.

Die flüſſigen Theile thieriſcher Körper.

Alle flüſſige Körper, Luft und Oele ausgenommen.

Die Ausflüſſe brennender Körper.

Eis aber nur in einer Kälte, welche noch nicht den 13ten Grad unter 0 nach Fahrenheit erreicht.

Schnee.

Die meiſten ſalzigen Subſtanzen, worunter die metalliſchen Salze die beſten ſind.

Steinartige Subſtanzen, am beſten die weichern.

Dünſte des heißen Waſſers.

Luftleerer Raum.

Selbſt alle Nichtleiter werden durch Feuchtigkeit, und viele andere durch große Hitze, als z. B. Glas, Luft u. ſ. f. leitend. Daraus folgt, daß alle elektriſche Körper, ehe man die urſprüngliche Elektricität in ihnen erreget, wohl gereiniget, getrocknet, und einige ſogar ſtark erwärmet werden müſſen, um alle Feuchtigkeit wegzuſchaffen. Uebrigens laufen die Grenzen der Leiter und Nichtleiter ſo in einander, daß es Körper gibt, die man zu beiden Claſſen rechnen kann. M. ſ. **Halbleiter.**

Auch können ſelbſt einerley Materien, wenn ſie auf verſchiedene Art zubereitet werden, aus Leiter ſich in Nichtleiter und umgekehrt verwandeln. Ein friſch vom Stamme abgehauenes Stück Holz iſt ein guter Leiter, gedörrt wird es ein Nichtleiter; zu Kohle gebrannt wieder ein guter Leiter, und in Aſche verwandelt ein Nichtleiter.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. B. I. Leipz. 1797. 8. S. 13 u. f.

Leiter, erſter ſ. **Elektriſirmaſchine.**

Leiter, leuchtender (conductor lucens, conducteur lumineux) iſt ein von **Henly** erfundener erſter Leiter, bey welchem man an der Elektriſirmaſchine eben die Erſcheinungen wahrnimmt, welche das leidner Vacuum nach Art einer geladenen Flaſche zeiget.

Der mittlere Theil (fig. 39.) a iſt eine Glasröhre von etwa 18 Zoll Länge und 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer. An beide Enden dieſer Röhre ſind die beiden meſſingenen Stücke fd und be luftdicht angekittet. Eins davon hat eine Spitze i und das andere einen Draht mit einem Knopfe g. Aus jedem von den Stücken fd, be geht ein Draht mit einem Knopfe inwendig in die Höhlung der Glasröhre. Eins von den meſſingenen Stücken fd oder be beſteht aus zwey Theilen, d. i. aus der Kappe f, welche an die Glasröhre gekittet iſt, und im Deckel eine Oeffnung mit einem Ventil oder Klappe hat, wodurch man die Luft vermittelſt einer kleinen Handluftpumpe aus der Glasröhre ausziehen kann; und der runden Haube d, welche auf die Kappe f aufgeſchraubet wird. Dieß ganze Werkzeug ſteht auf zwey gläſernen Füßen, welche im Fußbrete h befeſtiget ſind.

Hat man die Luft aus der Glasröhre ausgezogen, die meſſingene Haube d aufgeſchraubet, und die Spitze c nahe an den Cylinder einer Elektriſirmaſchine gebracht, ſo zeigt ſich im Dunkeln an der Spitze c ein Stern, die ganze Glasröhre iſt mit einem ſchwachen Lichte erleuchtet, von dem Drahte bey fd ſtrömt ein Strahlenbüſchel aus, der andere Draht und Knopf bey be iſt mit einem hellen Sterne erleuchtet.

Alle dieſe Erſcheinungen zeigen ſich aber in umgekehrter Ordnung, wenn man die Spitze c gegen das Reibzeug der Maſchine ſtellet, und es erſcheinet alsdann ſelbſt bey c ein Strahlenkegel.

Beſitzen die Drähte in der Röhre a ſtatt der Knöpfe Spitzen, ſo ſind die Erſcheinungen des Lichtes eben dieſelben, nur viel ſchwächer.

Dieſe Verſuche zeigen eben ſo, wie beym leidner Vacuum, den Unterſchied des elektriſchen Lichtes von + E und — E. Sie ergeben, daß Körper, welche + E annehmen, Sterne; und welche — E annehmen, Büſchel zeigen. Allein ſie erweiſen eben ſo wenig, wie beym leidner Vacuum die Wahrheit der frankliniſchen Theorie.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. B. I. Leipzig 1797. 8. S. 202.

Leiter der Wärme ſ. **Wärme.**

Leuchtende Körper (corpora lucentia, corps lumineux) heißen diejenigen Körper, welche eigenes nicht geborgtes Licht in unſere Augen ſenden. Dieſen Körpern werden die **dunkeln** entgegengeſetzet, welche bloß das Licht, das ſie von andern Körpern erhalten, in unſer Auge zurückwerfen. Es kann aber ein für ſich leuchtender Körper ſo vieles Licht ausſenden, daß andere Körper ihren Glanz verlieren, und nicht mehr geſehen werden. So kann man beym hellen Tageslicht wegen des ſtarken Glanzes der Sonne die des Nachts ſchimmernden Fixſterne nicht erkennen.

Für ſich leuchtende Körper ſind die Sonne, die Fixſterne, alle brennende und bis zum Glühen erhitzte Körper, faules Holz, einige Inſekten und Gewürme, faules Fleiſch, beſonders faule Fiſche u. d. gl. Der Urinphosphor und andere durch die Kunſt bereitete Phosphore. Auch gibt es Körper, welche im Dunkeln leuchten, wenn ſie vorher dem Lichte ausgeſetzet werden, wie z. B. die ſo genannten **Leuchtſteine.** Von dieſen und von den künſtlichen Phosphorn unter dem Artikel **Phosphor.**

Unter den leuchtenden Inſekten führt **Thomas Bartholin** *) vier Gattungen an, zwey mit Flügeln und zwey ohne Flügel; nach den Berichten der Reiſenden aber ſollen in heißen Ländern noch weit mehrere anzutreffen ſeyn. Am bekannteſten iſt der ſo genannte **leuchtende Johanniswurm** oder **Johanniskäfer** (lampyris nocticula, ver luiſant). Das Weibchen leuchtet am ganzen Leibe und iſt unge-

*) De luce animalium. Hafn. 1669. 8.

ungeflügelt; das Männchen aber beſitzet Flügel und leuchtet nur aus zwey Punkten der letzten Bauchringe. Das Leuchten dieſer Thiere iſt bald ſtärker, bald ſchwächer, und ſcheint nach einigen von der Willkür desſelben abzuhangen. Nach der Vermuthung des Herrn von **Reaumür** [α]) rührt das Leuchten von einer beſondern Gährung her, welche zur Zeit der Begattung vor ſich gehet. Neuere Verſuche mit den Johanniswürmern aber haben gelehret, 1) daß ſie lange Zeit im luftleeren Raume ſo wohl als in verſchiedenen Gasarten leben können; 2) daß ſie die Gasarten, in welchen ſie ſich aufhalten, nicht verſchlimmern, ſondern verbeſſern, obwohl dieß auch von einigen geläugnet wird; 3) daß das Licht nicht ſtärker wird, ſie mögen ſich aufhalten, in welcher Art von Gas ſie wollen. Die Herrn **Forſter** und **Sömmering** wollen zwar wahrgenommen haben, daß das Leuchten in Lebensluft weit ſtärker und anhaltender ſey; 4) daß das Leuchten durch kleine leuchtende Körper hervorgebracht wird, welche das Inſekt mit einer Haut bedecken kann; 5) daß man dieſe leuchtenden Körper von den Inſekten trennen kann, ohne dasſelbe zu verletzen, und daß es nachher fortlebt, ohne ferner zu leuchten; 6) daß dieſe leuchtenden Punkte von dem Inſekte getrennt noch eine Zeitlang zu leuchten fortfahren. Auch ſind noch einige Arten vom Springkäfer (elater) der Cicade und der Aſſel leuchtend.

Eine merkwürdige Art von Muſcheln, **Pholaden** genannt, welche ſich ſelbſt Höhlen in allerley Arten von Geſtein u. ſ. w. machen, leuchtet des Nachts mit einem phosphoriſchen Scheine. Schon **Plinius** [β]) bemerket dieß, der ſie dactylos nennt, und führet dabey an, daß ſie im Munde desjenigen, welcher ſie ißt, leuchten, und desſelben Hände und Kleider durch ihre Feuchtigkeit glänzend machen. **Reaumür** [γ]) und **Beccari** [δ]) haben die Umſtände

 bey

α) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1723.
β) Hiſtoria naturalis. lib. IX. c. 6.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1723.
δ) Commentat. Bonon. Vol. II. p. 232 ſqq.

bey dem Leuchten dieſer Thiere am ſorgfältigſten beobachtet. Das Leuchten hört auf, wenn dieſes Thier in die Fäulniß übergehet oder auch wenn es getrocknet iſt, kann aber durch Schütteln im Waſſer und durch Benetzung mit ſüßen und ſalzigen Waſſer wieder leuchtend gemacht werden. Durch den Weingeiſt oder Eſſig hört das Leuchten ſogleich auf. Wenn man dieſe Pholaden im Waſſer oder Milch ſchüttelt, ſo machen ſie dieſe ganze Maſſe leuchtend. Unter allen Flüſſigkeiten, in welche die Pholaden gebracht wurden, ward Milch am leuchtendſten gemacht. Eine einzige Pholade gab 7 Unzen einen ſolchen Glanz, daß man dadurch die Geſichter der Umſtehenden zu unterſcheiden im Stande war. Zur Hervorbringung dieſes Lichtes ſchien die Luft nothwendig zu ſeyn, indem die Pholaden unter dem luftleeren Recipienten ihr Leuchten verloren. Wurde dieſes Thier im Honig aufbewahret, ſo konnte ſein Leuchten über ein Jahr erhalten werden. Außer dieſen gibt es noch eine unzählbare Menge **Nereiden**, **Meduſen** und **Seefedern**, die im Meere herumſchwimmen und leuchten.

Daß das in Fäulniß übergehende Fleiſch leuchtend ſey, bemerkte **Fabricius ab Aquapendente** [α]) zuerſt am Lammfleiſche. Die nächſte Beobachtung einer ſolchen Erſcheinung machte **Bartholin** zu Montpellier im Jahre 1641, da ein Stück Fleiſch nur an gewiſſen Stellen leuchtete, als wenn eine Anzahl Diamanten von ungleichem Glanze darüber verſtreuet geweſen wäre. Nachdem dieß Stück Fleiſch völlig in Fäulniß übergegangen war, ſo hörte es zu leuchten auf. Eine ähnliche Erſcheinung bemerkte **Boyle** [β]) an einem Stücke noch eßbaren Kalbfleiſche. Am vorzüglichſten aber wird das Leuchten bey faulenden Fiſchen bemerket. **Boyle** [γ]) hat hierüber verſchiedene Beobachtungen angeſtellet, und gefunden, daß das Leuchten der Fiſche unter dem

α) De viſione etc. Venet. 1600. fol.
β) Philoſ. tranſact. n. 89.
γ) Philoſoph. n. 31. p. 581. Abhandlung zur Naturg., Phyſik und Oekonomie; aus dem philoſ. Transact. Leipz. 1779. gr. 4. Th. I. S. 228 u. f.

dem luftleeren Recipienten entweder ganz aufhörte, oder doch beträchtlich vermindert wurde. Zu dieſen ſeinen Verſuchen gebrauchte er vorzüglich die Weißfiſche (whitings). D. **Beal** α) machte ſchon im Jahre 1665 von einer Salzbrühe, in welcher friſch bekochte Makrelen einige Zeit gelegen hatten, folgende Beobachtung. Wenn ſie umgerühret wurde, ſo fing ſie zu leuchten an, ja ſelbſt die Tropfen, welche hiervon anderswo hinfielen, gaben einen ſtarken Glanz von ſich. Noch mehr aber leuchteten die Fiſche ſelbſt, doch nur auf der obern Seite. Am folgenden Tage zeigte ſich das Licht beym Umrühren noch ſtärker, und die Fiſche leuchteten nun auf beiden Seiten. Nach zweyen Tagen gingen ſie ganz in Fäulniß über, und hörten alsdann gänzlich zu leuchten auf. **Martin** β) glaubte allen Seefiſchen die Eigenſchaft des Leuchtens zuſchreiben zu können, beſonders den mit weißen Schuppen. Beſprengung mit Salze oder eine geringe Erwärmung vermehrten das Leuchten, welches aber bey ſtärkerem Feuer verſchwand. Die genaueſten Verſuche hat **Canton** γ) angeſtellet. Nachdem er einen kleinen friſchen Weißfiſch 24 Stunden lang im Seewaſſer hatte liegen laſſen, ſo leuchtete er an der obern Seite, das Waſſer ſelbſt aber war dunkel. Fuhr er mit einem Stecken durch das Waſſer, ſo leuchtete es längs dem ganzen Wege, den dieſer genommen hatte, und nach dem Umrühren ward die ganze Waſſermaſſe durchaus leuchtend. Am hellſten war das Waſſer, nachdem der Fiſch 48 Stunden darin gelegen hatte, wollte aber nach drey Tagen nicht mehr leuchten, wenn es gleich umgerühret ward. Hierauf legte er einen friſchen Hering in Seewaſſer, und fand die andere Nacht die ganze Oberfläche desſelben helle, ohne daß es umgerührt zu werden brauchte, leuchtete jedoch nach dem Umrühren weit mehr. In der dritten Nacht darnach ward das Seewaſſer durchs Umrühren ſo leuchtend, daß man die Zeit auf einer Uhr dadurch erkennen konnte. Erſt am ſiebenten Tage

α) Philoſoph. transact. n. 13. pag. 226.
β) Schwed. Abhandlung. B. XXIII. S. 225.
γ) Philoſ. transact. Vol. LIX. p. 446 ſq.

Tage verſchwand das Licht gänzlich. Süßes Waſſer hingegen, in welches er einen Hering geleget hatte, blieb beſtändig dunkel. Wenn er ſtatt des Seewaſſers Salzwaſſer von gleicher Stärke mit jenem nahm, ſo verhielt ſich alles genau ſo, wie das wahre Seewaſſer; ſehr ſtark geſalzenes Waſſer hingegen gab gar kein Licht von ſich. Der Hering, welcher im letztern gelegen hatte, war nach dem Abwaſchen noch völlig gut, im erſtern aber weich und faulicht. Aus allen dieſen erhellet, daß das Leuchten von der Neigung zur Fäulniß herrühre, welche nach **Pringle** *) durch ſchwach geſalzenes Waſſer oder Seewaſſer befördert wird, da hingegen ſtark geſalzenes Waſſer die Fäulniß hindert.

Von dem Leuchten des Meereswaſſers ſ. m. den Artikel, **Meer**.

Ueber das Leuchten des faulen Holzes hat **Boyle** die meiſten Verſuche angeſtellet. Nachdem er ein Stück unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, und die Luft ausgepumpet hatte, ſo hörte das Leuchten desſelben nicht ſogleich, ſondern erſt einige Zeit darnach völlig auf. In verdichteter Luft konnte er keine Vermehrung des Leuchtens bemerken; auch fand er, daß es, um den Glanz fortdauernd zu erhalten, nicht nöthig ſey, dem faulen Holze Zugang der friſchen Luft zu verſtatten, denn es leuchtete fort, nachdem er es in eine zugeſchmolzene Glasröhre gethan hatte, auch wenn dieſe Röhre unter einem luftleeren Recipienten lag. In allen Flüſſigkeiten hingegen verlor es ſeinen Glanz ſogleich, ſo wie in einer ſehr ſtarken Kälte, die er durch erkältende Miſchungen hervorgebracht hatte. Er bemerkte ferner, daß verfaultes Holz durch das Leuchten nicht abzehrte, und alſo man vermittelſt des Thermometers nicht den geringſten Grad von Hitze daran entdecken konnte. **Boyle** macht eine umſtändliche Vergleichung zwiſchen dem Lichte glühender Kohlen und dem Lichte eines leuchtenden Fiſches oder Holzes, um zu zeigen, worin ſie übereinkommen oder von einander abgehen.

Auch

*) Exper. on ſeptic and antiſeptic. ſubſtances.

Auch gibt es einige Barometer, welche im Dunkeln leuchten, wenn ſie geſchüttelt werden. Man weiß aber, daß dieß eine elektriſche Erſcheinung ſey.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel.** S. 407 u. ſ.

Libration ſ. **Schwanken des Mondes.**

Licht (lux, lumen, lumière) iſt dasjenige, was uns unſer Auge rühren muß, wenn wir die um und neben uns befindlichen Sachen ſehen ſollen. Vor jetzt ſtellen wir uns dieß als eine zarte Materie vor, welche ſich von denen Objekten, die wir ſehen, nach allen Seiten verbreitet.

Verſchiedene Körper ſind für ſich leuchtende Körper. M. ſ. **leuchtende Körper;** andere hingegen empfangen erſt von den für ſich leuchtenden Körpern ihr Licht, oder werden davon erleuchtet. M. ſ. **dunkele Körper.** Man ſtellt ſich alſo vor, daß für ſich leuchtende Körper urſprüngliches Licht nach allen Seiten hinausſenden, die davon erleuchteten Körper aber das geborgte Licht in unſer Auge zurückwerfen. Vermöge der Erfahrung ſehen wir einen für ſich leuchtenden oder anders woher erleuchteten Körper nur alsdann, wenn von allen Punkten desſelben gerade Linien in unſer Auge gezogen werden können. Sobald aber eine von dieſen Linien durch einen andern zwiſchen das Auge und den leuchtenden Körper gebrachten Körper unterbrochen wird, ſo können wir ſelbigen wenigſtens an dieſer Stelle nicht ſehen. Indeſſen gibt es auch für ſich nicht leuchtende Körper, welche dieſes in dem letzten Falle nicht verhindern, ſondern wir ſind immer noch im Stande, die leuchtenden Körper durch ſie zu erkennen. Daher kömmt der Unterſchied von **durchſichtigen** und **undurchſichtigen** Körpern; jene laſſen nämlich das Licht durchſcheinen, dieſe aber nicht. Es bleibt uns alſo ein für ſich leuchtender Körper oder anders woher erleuchteter nur ſichtbar, wenn keine von den geraden Linien, die man von den Punkten des Körpers in unſer Auge ziehen kann, einen undurchſichtigen Körper trifft. Uebrigens kann man einen leuchtenden Punkt überall

ſehen,

ſehen, das Auge mag in Anſehung deſſelben eine Lage haben, was es für eine will, wenn nur zwiſchen demſelben, und dem Auge kein undurchſichtiger Körper ſich befindet. Man hat alſo Grund genug, folgenden Satz vermöge der Erfahrung als wahr anzunehmen: das Licht eines für ſich leuchtenden oder auch anders woher erleuchteten Punktes gehe nach allen Seiten in geraden Linien aus.

Dieſe geraden Linien, in welchen ſich die Lichttheilchen hinter einander bewegen, nennt man **Lichtſtrahlen** (radii lucis, rayons de lumière). Man kann ſich daher vorſtellen, daß das Licht von jedem leuchtenden oder erleuchteten Punkte als eine Sphäre von unbeſtimmter Größe ſich verbreitet, deren Mittelpunkt der ſtrahlende Punkt iſt, und deren Halbmeſſer die Lichtſtrahlen ſind. Ob das Licht ſeinen Raum als Continuum erfülle, oder ob es ſich in abgeſonderten nicht contiguirlichen Strahlen verbreite, davon ſoll nachher geredet werden. Es ſey das eine oder das andere, ſo kann man ſich doch jederzeit die Vorſtellung machen, als ob die Strahlen nicht continuirlich von dem leuchtenden Punkte ſich verbreiteten, indem man ihre Entfernungen von einander doch ſo klein als man will annehmen kann, ſo daß ſie zuletzt ſelbſt bey dieſer Vorſtellung den Raum als ein Continuum erfüllen könnten. Hierdurch erlangt man aber den Vortheil, daß ſich nun die Unterſuchung der Geſetze des Lichtes, ohne weitere Rückſicht auf das Weſen des Lichtes zu nehmen, auf Betrachtung gerader Linien, d. i. auf Geometrie bringen läßt. Daher auch die Lehre vom Lichte unter dem Nahmen der optiſchen Wiſſenſchaften einen Haupttheil der angewandten Mathematik ausmachet. Hiervon die Artikel **Optik, Dioptrik, Katoptrik, Brechung, Zurückwerfung, Beugung des Lichtes, Auge, Bild, Sehen, Linſengläſer** u. ſ. Im gegenwärtigen Artikel wird allein vom Lichte im Allgemeinen geredet werden.

Was die Geſchwindigkeit der Ausbreitung der Lichtſtrahlen von dem ſtrahlenden Punkte betrifft, ſo bemüheten ſich ſchon **Galilei** und nach ihm die Mitglieder der Akademie

del

del Cimento zu Florenz, wiewohl vergeblich, ſelbige durch Fackeln zu meſſen, welche in gewiſſen Entfernungen von einander geſtellt, und in einerley Augenblicke aufgedeckt werden ſollten *). Dieſe Verſuche mußten nothwendig mißglücken, weil die Zeit, die das Licht braucht, um einen auf der Erde zu überſehenden Raum zu durchlaufen, für uns nicht mehr meßbar iſt. Auf welche Art man auf die Entdeckung, daß das Licht wirklich zu ſeiner Bewegung Zeit gebrauche, gekommen ſey, das iſt bereits unter dem Artikel, **Abirrung des Lichtes** (Th. I. S. 8.) erzählet worden. Hiernach verhält ſich die Geſchwindigkeit des Lichtes zu der, womit die Erde um die Sonne läuft, wie 10310 : 1; zu der Geſchwindigkeit, womit ein Punkt des Aequators der Erde um die Axe geführet wird, wie 653539 : 1; und zu der Geſchwindigkeit des Schalles in der Luft beynahe wie 976000 : 1. Dieſe Geſchwindigkeit des Lichtes gibt alſo binnen einer Sekunde einen Weg von mehr als 40000 geographiſchen Meilen.

Aus dieſer großen Geſchwindigkeit des Lichtes, und aus der Dauer des Eindrucks desſelben auf die Netzhaut unſeres Auges läßt es ſich auch erklären, warum ein nicht continuirlicher Strom des Lichtes, welcher in ſehr kleinen Zwiſchenzeiten von einem Orte her erfolget, uns als ein continuirlicher erſcheinen kann. Verſuche hiervon ſind unter dem Artikel, **Geſichtsbetrüge**, angegeben. Geſetzt, man nähme an, daß der Eindruck des Lichtes auf die Netzhaut des Auges nur $\frac{1}{10}$ Sekunde dauere, ſo wird das Licht binnen dieſer Zeit einen Weg von etwa fünf Halbmeſſern der Erde durchlaufen. Es könnten alſo ſucceſſive Lichtausflüſſe um 5 Halbmeſſer der Erde von einander abſtehen, und uns doch als ein continuirlicher Strom erſcheinen. Dieſen Beſtimmungen gemäß nehmen die Atomiſtiker an, welche das Licht als einen materiellen Ausfluß aus dem leuchtenden Körper halten, daß das Licht eine diskrete Flüſſigkeit ſey, d. h. eine ſolche, deren materielle Theile in ſehr großen Zwiſchenräumen auf einander

*) *Muſſchenbroek* tentam. experim. acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4. P. II. p. 183.

der ſolgen. Daraus ſuchen ſie alsdann die Möglichkeit herzuleiten, daß unendlich viele Lichtſtrahlen, welche von verſchiedenen ſichtbaren Gegenſtänden ausgehen, ſelbſt durch eine kleine Oeffnung ohne Störung und ohne ſich einander zu begegnen, hindurch gehen können. Auf dieſe Weiſe ließe ſich einſehen, wie man eine ganze Gegend durch eine mit einer Nadelſpitze gemachte Oeffnung in einem Kartenblatte überſehen könne; hier ſcheinen ſich die von den Gegenſtänden herkommenden Strahlen in der Oeffnung zu durchkreuzen, ſie gingen aber insgeſammt durch die Zwiſchenräume der auf einander folgenden materiellen Lichttheilchen ungeſtört hindurch, und bewirkten ſo in unſerem Auge die Empfindung des Sehens. Ob ſich aber nun gleich gegen die Möglichkeit dieſer Vorſtellung nicht ſtreiten läßt, ſo ſcheint ſie doch die Schwierigkeiten nicht ganz zu heben, welche atomiſtiſch betrachtet eintreten können. Denn geſetzt, verſchiedene gleich ſtark leuchtende Körper ſind vom Auge gleich weit entfernet, und in dem Augenblicke fließt zu gleicher Zeit aus allen Körpern Licht aus, ſo müſſen nun natürlich, auch in den kleinſten Zeitmomenten, die materiellen Lichttheilchen in die Oeffnung des Kartenblattes ankommen, wegen der abſoluten Undurchdringlichkeit können ſie nicht hindurch gehen, folglich wegen ihrer großen Elaſticität zurückprallen, und verurſachen auf dieſe Weiſe dem Auge gar keine Empfindung des Sehens, indem, wenn die erſten Lichttheilchen zu gleicher Zeit ankommen, auch alle nachfolgende zugleich ankommen müſſen. Die Behauptung aber, daß verſchiedene leuchtende Körper in gleichen Entfernungen vom Auge zugleich Licht ausſenden, iſt eben ſo möglich, als die, daß die Körper in ungleicher Zeit Licht ausſenden. Es ſcheinen alſo die Atomiſtiker durch dieſe Erklärung der Natur einen gewiſſen Zwang anzuthun, um ſie ſo wirken zu laſſen, wie ſie es nach ihrem Bedürniſſe gebrauchen. Nach der dynamiſchen Lehrart muß man annehmen, daß das Licht auch bey der größeſten Dünne dennoch den Raum als ein Continuum erfülle, und da hiernach alle Materie nicht abſolut, ſondern nur relativ undurchdringlich

iſt,

iſt, ſo läßt ſich leicht begreifen, daß unzählige Lichtſtrahlen einander ohne große Hinderniß durchdringen, mithin ſich durchkreuzen, und ſo im Auge die Empfindung des Sehens bewirken können, es mag das Licht zu gleicher oder ungleicher Zeit ausgehen.

Aus der ſehr großen Dünne des Lichtes läßt ſich auch begreifen, warum man bey aller ſeiner Geſchwindigkeit keinen Stoß deſſelben gegen andere Körper, oder vielmehr kein merkliches Moment dieſes Stoßes hat bemerken können. Zwar hat **Homberg** *) angeführet, durch den Stoß der Sonnenſtrahlen leichte Körper in Bewegung geſetzet, und eine Uhrfeder in ſchwingende Bewegung gebracht zu haben, wenn der Brennpunkt eines 12 bis 13 Zoll breiten Linſenglaſes darauf gefallen ſey; auch **Macquer** will ähnliche Beobachtungen angeſtellt haben, die man unter dem Artikel **Brenngläſer** findet. Hingegen **Mairan** ^β), welcher ſich mit **dü Fay** hierüber ſehr viele Mühe gab, war nicht im Stande, dergleichen wahrzunehmen. Dennoch führt Herr Prieſtley einen Verſuch von **Michell** an, bey welchem er einen Lichtſtoß bemerket haben will. Eine ſehr dünne kupferne Platte war an das eine Ende einer dünnen Clavierſaite befeſtiget. In der Mitte ließ ſich dieſe Saite mittelſt eines achatenen Hütchens, wie eine Magnetnadel, auf einer feinen Spitze drehen, und hatte am andern Ende zum Gegengewicht der dünnen Platte ein kleines Schrotkorn. Damit dieſe Vorrichtung nicht durch die Luft beweget werden konnte, ſo ward ſie in ein Käſtchen eingeſchloſſen, in welchem der obere Deckel und die Vorderſeite Glas waren. Nachdem man nun die Sonnenſtrahlen von einem Hohlſpiegel, der etwa zwey Fuß breit war, auf die kleine kupferne Platte fallen ließ, ſo fing ſie ſich langſam etwa um einen Zoll in einer Sekunde zu bewegen an. Dieſer Verſuch ward einige Mahl immer mit dem nämlichen Erfolg wiederhohlet. **Prieſtley** berech-

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1708.
^β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1747.

berechnet daraus, da das ganze Inſtrument 10 Gran wog, daß die ganze concentrirte Lichtmaſſe, welche in einer Zeit von einer Sekunde auf das Plättchen gefallen ſey, nicht mehr als Ein Zwölfhundertmilliontheilchen eines Grans betragen habe.

Man ſetze (fig. 44.) a ſey ein leuchtender Punkt, und es falle ein Theil von dem Lichte, das er umherſtrahlet, auf die Ebene cbed, ſo wird dadurch eine **Strahlenpyramide** aebcd, oder auch, wenn die Ebene ein Kreis war, ein **Strahlenkegel**, gebildet, in welchem beym weitern Fortgange die Lichtſtrahlen immer weiter aus einander gehen. Es iſt leicht zu begreifen, daß ſich dieſelbe Menge vom Lichte, welche in dem Raume aebcd enthalten iſt beym weiteren Fortgange in den Raum aifgh verbreitet; daher muß ſich die Erleuchtung dieſer Lichtmenge auf der Ebene ebcd zu der auf der Ebene ifgh verhalten, wie $ab^2 : af^2$ nach Gründen der Geometrie, oder die Erleuchtung einer Fläche muß ſich umgekehrt verhalten, wie das Quadrat der Entfernung der erleuchtenden Fläche von dem ſtrahlenden Punkte.

Verſuche, welche die Schwächung des Lichtes bey ſeinem Fortgange im Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung vom ſtrahlenden Punkte darthun, hat der Herr Graf **von Rumford** *) angeſtellet, und dazu ein eigenes Photometer beſchrieben. M. ſ. **Photometer.**

Aus dieſem angeführten Geſetze der Schwächung des Lichtes bey ſeiner Verbreitung folgt, daß ſich die Stärke der Erleuchtung, unter übrigens gleichen Umſtänden, wie die Menge der leuchtenden Punkte, oder, **wie die Größe der leuchtenden Fläche**, verhalten müſſe. Daher erleuchten in gleicher Entfernung zwey Kerzen doppelt ſo ſtark, als eine. Geht man z. B. des Abends von einem Lichte ſo weit weg, daß man eine Schrift noch deutlich leſen kann, ſo

*) Philoſoph. transact. 1794. P. I. S. 67.; in Grens neuem Journal der Phyſik. B. II. S. 15 u. f.

ſo wird man, um ſie noch eben ſo deutlich zu leſen, wenn man noch einmahl ſo weit davon gegangen iſt, vier Lichter, und wenn man ſich dreymahl ſo weit davon entfernet hat, neun Lichter anzünden müſſen u. ſ. f. Wenn ferner die Erleuchtung eines Kerzenlichtes auf einer gegebenen Fläche eben ſo ſtark iſt, als durch das Mondlicht, ſo muß die Dichtigkeit des Mondlichtes bey ſeinem Ausfluſſe zu der Dichtigkeit des Lichtes in der Flamme ſich verhalten, wie das Quadrat der Entfernung des Mondes von der Fläche zum Quadrat der Entfernung des Kerzenlichtes von derſelben.

Wenn Lichtſtrahlen ſchief auf eine Fläche fallen, ſo werden von einerley ſtrahlendem Punkte bey gleicher Entfernung weniger Lichtſtrahlen auf ſelbige kommen: als wenn die Fläche den Strahlen ſenkrecht entgegengeſtellet iſt. In dieſem Falle verhält ſich die Erleuchtung der Fläche verkehrt, wie der Sinus des Neigungswinkels der Strahlen gegen die erleuchtete Fläche. So wird eine Ebene von der Sonne nur halb ſo ſtark erleuchtet, wenn ſie ihren Strahlen unter einem Winkel von 30° entgegen gekehrt wird.

Endlich iſt auch die Erleuchtung dem Sinus des Winkels, welchen die Strahlen mit der leuchtenden Fläche machen (anguli emanationis) proportional. Dieſer Satz wird vorzüglich dadurch erwieſen, daß die Sonnenſcheibe an allen ihren Stellen gleich helle ſcheinet, daß folglich dieſe Stellen eine Erleuchtung nicht nach dem Maße ihrer Größe, ſondern nach dem Maße ihrer ſenkrechten Projektion auf die Sonnenſcheibe verurſachen. **Bouguer** führet ſogar an, daß er die Sonne mit ſeinem Heliometer in Anſehung der Erleuchtung gegen den Rand zu ſchwächer als um den Mittelpunkt gefunden habe, und ſchließt daraus, das Licht, welches jeder Punkt der Sonne ausſendet, werde mehr geſchwächt, als in dem Verhältniſſe der Sinus der Winkel, welche die Strahlen mit der Sonnenfläche machen. Dagegen hat **Euler** *) bey ſeinen Beſtimmungen der Lichtſtärke auf den Emanationswinkel gar keine Rückſicht genommen.

*) Mém. de l'Acad. de Berlin 1750.

Auf dieſe vier angeführten Sätze hat Herr **Lambert** *) ſeine Lehren von der Ausmeſſung des geradlinigen Lichtes gebauet. Hierbey unterſcheidet er die erleuchtende Kraft des leuchtenden Körpers (vis illuminans), die geſehene Helligkeit (claritas viſa) und die **Erleuchtung** (illuminatio). Jene vier angeführten Sätze gelten bloß von letzterer. Man muß aber dabey noch auf die Schwächung ſehen, welche das Licht in der Luft, durch welche es gehet, erleidet. Nach **Bouguer** iſt dieſe Schwächung weit geringer, als nach **Lambert**. M. ſ. den Artikel, **Durchſichtigkeit**. Letzterer hat auch ſeine Unterſuchungen darüber auf die Erleuchtung der Atmoſphäre durch die Sonne ausgedehnet, und gefunden, daß die Helligkeit der Luft oder des Taglichtes theils im Horizonte, theils in der Gegend der Sonne am ſtärkſten ſey. Wenn z. B. die Sonne 40° hoch ſtehet, und die Helligkeit eines von der Sonne beſchienenen Theilchens außerhalb der Atmoſphäre $= 1$ geſetzet wird, ſo iſt die Helligkeit im Horizonte $= \frac{1}{2}$, in der Gegend der Sonne $= \frac{7}{20}$, im Zenith $= \frac{1}{4}$. Noch weit genauer, als die Herren **Bouguer** und **Lambert**, ſuchte Herr **Thompſon** (Graf **von Rumford**) die Schwächung des Lichtes durch durchſichtige Mittel vermöge ſeines ſinnreichen Photometers zu beſtimmen. Zu den Verſuchen, welche er zur Entdeckung des geſchwächten Lichtes durch die Luft anſtellte, bediente er ſich zweyer Lampen, einer argandiſchen, die mit dem größt-möglichen Glanze brannte, und einer andern gewöhnlichen kleinen Lampe mit einem einzigen runden und ſehr dünnen Dochte, welche mit einer ſehr klaren, ſtetigen Flamme und ohne bemerkbaren Rauch brannte, aber nur etwa $\frac{1}{25}$ ſo viel Licht gab, als die argandiſche. Dieſe Lampen wurden gegen über vor das Feld des Photometers geſtellt; ihr Licht war im Gleichgewicht, wenn die kleinere in die Entfernung von 20 Zoll vom Mittelpunkte dieſes Feldes geſtellet wurde, die größere aber 101 Zoll davon entfernet war. Wenn nun die aus der unvollkomme-

*) Photometria. Auguſt. Vindel. 1760. 8.

kommenen Durchſichtigkeit der Luft entſtehende Schwächung des Lichtes bey ſo geringen Abſtänden nicht bemerkbar wäre, ſo ſchloß er, daß, wenn das ſchwächere Licht bis auf 40 Zoll entfernet werde, es auch nöthig wäre, um das Gleichgewicht des Lichtes herzuſtellen, das größere Licht 202 Zoll weit davon zu entfernen; würde hingegen dieſe Schwächung des Lichtes bemerkbar ſeyn, ſo könne auch das größere Licht nicht die Entfernung von 202 Zoll erreichen, um mit dem kleinern Lichte das Gleichgewicht zu halten. Die Reſultate der zu dieſer Abſicht angeſtellten Verſuche ſind in folgender Tabelle enthalten.

Verſuche.	Entfern. des ſchwäch. Lichtes.	Zoll.	Entfernung des stärk. Lichtes.	Zoll.	Berechn. Entfern. des ſtärkern Lichtes nach dem Geſetze der Quadrate. Zoll.	Unterſchied zwiſchen der Theorie, und den Verſuchen Zoll.
1.	Erſte Entf.	20	Erſte Entf.	101		
	Zweyte —	40	Zweyte —	203	202	+ 1
2.	Erſte Entf.	20	Erſte Entf.	100,2		
	Zweyte —	40	Zweyte —	198,3	200,4	— 2,1
3.	Erſte Entf.	20	Erſte Entf.	100,8		
	Zweyte —	40	Zweyte —	202,1	201,6	+ 0,5
4.	Erſte Entf.	20	Erſte Entf.	101,5		
	Zweyte —	40	Zweyte —	204	203	+ 1
5.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	100		
	Zweyte —	100	Zweyte —	198	200	— 2
6.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	95,5		
	Zweyte —	100	Zweyte —	192,2	191	+ 1,2
7.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	95,1		
	Zweyte —	100	Zweyte —	191,2	190,2	+ 1
8.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	96		
	Zweyte —	100	Zweyte —	192,4	192	+ 0,4

Bey den vier letztern Verſuchen bediente ſich der Graf ſtatt der kleinen Lampe einer gewöhnlichen argandiſchen, deren Docht nur ſo weit herausgezogen war, daß ſie etwa nur ¼ ſo viel Licht gab, als die andere argandiſche Lampe, die mit dem größten Glanze brannte, und die ihr gegen über ſtand.

Dieſe Verſuche zeigen nun deutlich, daß die Reſiſtenz der Luft bey ſo kleinen Entfernungen gar nicht bemerkbar

 iſt.

iſt. Selbſt noch andere von ihm zu dieſer Abſicht zahlreich angeſtellte Verſuche ließen ihn gar nicht im Allgemeinen daran zweifeln, daß die Reſiſtenz der Luft gegen das Licht zu unbeträchtlich ſey, um bemerkbar zu ſeyn. Daß auch wirklich die Durchſichtigkeit der Luft in ihrem reinſten Zuſtande ſehr groß ſey, erhelle offenbar aus den ſehr beträchtlichen Entfernungen, in welchen Gegenſtände und ſelbſt ſehr ſchwach erleuchtete ſichtbar wären. Indeſſen glaubt er doch noch, daß Mittel gefunden werden könnten, um die Reſiſtenz der Luft gegen das Licht bemerkbar zu machen, und ſie ſogar einer erträglich genauen Meſſung zu unterwerfen. Eine genaue Beſtimmung der relativen Intenſität des Sonnen- oder Mondlichtes, wenn ſie in verſchiedenen Höhen über den Horizont, oder wenn ſie von der Höhe und von dem Fuße eines ſehr hohen Berges aus bey ſehr hellem Wetter geſehen werden, würde wahrſcheinlich zu einer Entdeckung des wirklichen Ertrags der Reſiſtenz der Luft gegen das Licht leiten.

Um den Verluſt des Lichtes beym Durchgange durch Tafeln und Scheiben verſchiedener Glasarten zu entdecken, gebrauchte er zwey gleiche argandiſche Lampen A und B, welche wohl geputzt waren, und mit einem ſehr lebhaften Glanze brannten; ſie wurden gegen einander über vor das Photometer geſtellt, jede in der Entfernung von 100 Zoll vom Felde des Photometers, und das Licht von B wurde zu gleicher Intenſität mit dem von A gebracht. Nachdem die Lampen mit einerley Grad von Helligkeit brannten, wurde eine Scheibe feines, helles, gut polirtes Spiegelglas 6 Zoll ins Gevierte, vertikal auf ein Geſtell in einem Rahmen vor die Lampe B, und zwar etwa in einer Entfernung von 4 Fuß davon ſo geſtellt, daß das Licht der Lampe ſenkrecht durch den Mittelpunkt der Scheibe gehen mußte, ehe es auf das Feld des Photometers fallen konnte. Hierdurch wurde das Licht der Lampe B bey ſeinem Durchgange durchs Glas vermindert und geſchwächt. Um nun den Ertrag dieſer Schwächung genau zu beſtimmen, mußte er die Lampe B dem Photometerfelde näher bringen, bis ihr

durch

durch das Glas gehendes Licht mit dem direkten Lichte der Lampe A im Gleichgewichte war; dieß geſchah, wenn die Lampe B von 100 Zollen zur Entfernung von 90,2 Zoll vom Felde des Photometers gebracht war. Es wurde alſo das Licht bey ſeinem Durchgange durchs Glas in dem Verhältniſſe $100^2 : 90,2^2$ oder 1 : 0,8136 geſchwächt, ſo daß nicht mehr als 0,8136 Theile des Lichtes, welches auf die Glasfläche fiel, durch das Glas hindurchgingen, die andern 0,1864 Theile aber zerſtreuet oder verloren gingen. Er wiederhohlte dieſen Verſuch verſchiedene Mahl, und fand den Verluſt des Lichtes bey ſeinem Durchgange durch dieſe Glastafel nach einem Mittel aller dieſer Verſuche, 0,1973 Theile der ganzen darauf fallenden Lichtmenge.

Bey einer andern Glastafel von derſelben Glasart fand er den Lichtverluſt im Mittel 0,1869; durch beyde Glastafeln zuſammen war der Lichtverluſt nach einer Mittelzahl 0,3184.

Bey einer andern Glastafel von derſelben Art, die aber etwas dünner war, betrug der mittlere Verluſt 0,1813.

Bey einer ſehr dünnen reinen Tafel von hellem weißen Fenſterglaſe war der Verluſt nach der Mittelzahl 0,1263.

Dieſe hier angeführten Verſuche des Herrn Grafen von Rumford können als eine Ergänzung des Artikels, **Durchſichtigkeit**, angeſehen werden.

Von der Erleuchtung muß die geſehene Helligkeit unterſchieden werden. So iſt z. B. die Erleuchtung, welche die Erde von den Planeten erhält, ganz unbeträchtlich; ihr Glanz oder die geſehene Helligkeit aber iſt merklich. **Wolf** verwirret beide, wenn er in ſeiner Optik ſaget, daß die Gegenſtände in der Entfernung deßwegen nicht ſo helle ſcheinen, wie in der Nähe, weil das Licht umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung abnimmt. Nach Herrn **Klügel** muß man hierbey noch unterſcheiden, die **ſcheinbare Helligkeit**, welche mit vom Urtheile der Seele abhängt, **relative geſehene Helligkeit**, bey der die Ausbreitung des Bildes im Auge mit in Betrachtung gezogen wird, und

abſolut wahre Helligkeit, welche ſich bey gleicher Oeffnung der Pupille und gleicher Entfernung des leuchtenden Körpers wie die Dichte der Strahlen beym Auge verhält, ohne daß es hierbey auf die Größe des Körpers ankömmt; ändert ſich aber die Oeffnung der Pupille, ſo wird ſich auch die Helligkeit in eben dem Verhältniſſe ändern. Es verhält ſich aber die Dichte der Strahlen beym Auge wie die Intenſität oder erleuchtende Kraft und verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung; mithin ſind abſolut wahre Helligkeiten wie die Intenſitäten des Lichtes multipliciret in die Oeffnungen des Auges und dividiret durch die Quadrate der Entfernungen. Man ſieht leicht, daß dieſe Art der Helligkeit in den theoretiſchen Unterſuchungen gebrauchet werden müſſe, hingegen bey den Verſuchen die ſcheinbare und relative Helligkeit gefunden wird. Daraus iſt alſo klar, wie man aus den Verſuchen auf geſehene Helligkeit und Intenſität des Lichtes ſchließen könne.

Als Beyſpiel hiervon kann folgendes dienen: **Bouguer** fand die Helligkeit der Sonne 300000 Mahl ſtärker, als die des Mondes. Er fing nämlich das Sonnen- und Mondenlicht in einer Höhe von 31° vermittelſt eines Hohlglaſes auf, welches in einer Oeffnung von 1 Linie Durchmeſſer im Laden angebracht war. Das Sonnenlicht, welches in einen Kreis von 108 Linien ſich verbreitete, ſchien mit dem Scheine einer $1\frac{1}{3} = \frac{4}{3}$ Fuß entfernten Kerze gleich ſtark; das Mondenlicht aber, welches in einen Kreis von 8 Linien ausgebreitet war, kam mit einer 50 Fuß (d. i. $37\frac{1}{2}$ Mahl weiter) entfernten Kerze in Anſehung der Stärke überein. Die Erleuchtung von der erſten Kerze iſt um ſo vielmahl größer als die von der andern, ſo vielmahl das Quadrat von $37\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $1406\frac{1}{4}$ Mahl. Ferner war aber auch das Licht im Kreiſe von 8 Linien ſo vielmahl concentrirter, als im Kreiſe von 108 Linien, ſo viel das Quadrat von $13\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $182\frac{1}{4}$ Mahl. Dieſer Verſuch gab alſo das Sonnenlicht = $1416\frac{1}{4} \times 182\frac{1}{4}$ Mahl, oder 256289 Mahl ſtärker als das Mondlicht an. Aus mehreren Verſuchen beſtimmte **Bouguer** im

im Mittel 300000 für die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde. Herr **Lambert** aber ſetzet voraus, daß der Mond den vierten Theil des auffallenden Lichtes zurückwirft, oder daß ſeine Weiße $\frac{1}{4}$ iſt, und findet die Sonne 277000 Mahl heller als den Mond. Dieſe Helligkeit des Mondes kommt mit der Helligkeit des Tagelichtes oder des heitern Himmels überein. Indeſſen ſcheint dieſe Helligkeit Herrn **Lambert** noch zu groß; denn das weißeſte Bleyweiß hat nur eine Weiße, die $\frac{2}{3}$ iſt. Dieſen Punkt läßt er aber unausgemacht, berechnet dagegegen auf eine eigene Art die geſehene Klarheit des Mondes nach allen ſeinen Geſtalten, wobey er die Helligkeit der mitten auf dem Monde liegenden Theile zur Einheit annimmt.

Die Meinungen, welche die alten Weltweiſen über die Natur des Lichtes hatten, ſind vom Herrn **Klügel** aus den Quellen zuſammengetragen worden. Einige derſelben führet **Plutarch** *) an. **Demokrit** und **Epikur** glauben, das Sehen geſchehe durch Bilder, welche von den Gegenſtänden ins Auge kommen, andere, als **Empedokles**, **Hipparch** und **Plato**, das Licht gehe ſowohl vom Auge als auch von den Gegenſtänden aus, und beiderley Ausflüſſe begegneten ſich unterwegs. **Empedokles** ſagte, daß auf der Oberfläche des Spiegels die Abflüſſe hängen bleiben, daß aber etwas Feuriges aus dem Spiegel ſich abſondere, welches die Abflüſſe durch die Luft fortführe. Unter den Alten hat aber wohl niemand mehr als **Ariſtoteles** vom Lichte geredet. Seine Gedanken darüber aber hat er äußerſt dunkel ausgedruckt. Indeſſen ſind die Scholaſtiker dadurch veranlaſſet worden, das Licht ſelbſt als etwas Unkörperliches, oder für keine Subſtanz, ſondern für eine Qualität zu halten, und in den Körpern ſelbſt etwas zu ſuchen, was mit der Empfindung des Auges und mit den Farben analog iſt.

Baco †) beklaget ſich darüber, daß man zu ſeiner Zeit die phyſikaliſchen Unterſuchungen über die Natur des Lichtes vernach-

*) De placitis philoſophor. IV. 13. 14.
†) De augmentis ſcient. in opp. Frf. 1653. fol. p. 119. 198.

vernachläſſige, und ſelbiges bloß mathematiſch betrachte. Er bemerket nur, daß ſichtbare und hörbare Dinge darin überein kämen, daß von beiden keine körperlichen Subſtanzen ausgingen oder merkliche Bewegungen des umgebenden Mittels verurſachet, ſondern allein gewiſſe propagines ſpiritales von unbekannter Natur erzeuget würden.

Carteſius [α]) nahm an, daß der ganze Weltraum mit vollkommen harten Kügelchen ſeines zweyten Elementes angefüllet ſey. Durch die beſtändige Bewegung der Theile leuchtender Körper würden nun die Kügelchen des zweyten Elementes geſtoßen, und da es nach **Cartes** in der Welt keinen leeren Raum gibt, ſondern immer ein Kügelchen das andere unmittelbar berühret, ſo pflanzt ſich dieſer Stoß durch alle geradlinige Reihen dieſer Kügelchen in einem Augenblicke fort; zur Erläuterung dieſes Satzes vergleichet er die Fortpflanzung des Lichtes mit der Bewegung, welche einem Stabe der ganzen Länge nach mitgetheilet wird, ſobald man das eine Ende desſelben fortſtößt. Eben eine ſolche Bewegung kann ſeiner Meinung nach auch vom Auge verurſachet werden, woraus er zugleich zu erklären ſuchet, wie Katzen, und andere Thiere, deren Augen leuchten, im Finſtern ſehen können.

Carteſens ſpätere Anhänger aber ſahen ein, daß die geradlinigen Kugelſtäbe mit ſich gar nicht beſtehen konnten, daher ſetzten ſie an die Stelle der harten Körperchen ein elaſtiſches Fluidum, dadurch das Licht fortgepflanzet wird. Der **P. Malebranche** [β]) nahm kleine flüſſige Wirbel an, deren jeder den empfangenen Eindruck an den nächſtliegenden mittheilen ſollte. **Huygens** [γ]) läßt das Licht, ſo wie den Schall, aus wellenförmig fortgepflanzten Wirbeln oder Schwingungen eines elaſtiſchen Mittels beſtehen, und nach Linien fortgehen, welche auf die Reihen der einzelnen neben einanderliegenden Wirbel oder ihrer Mittelpunkte ſenkrecht ſtehen.

α) Princip. philoſoph. P. III. §. 55. 63. 64. Dioptrica C. I. §. 3. 4 ſq.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1699. p. 32.
γ) Traité de la lumière à Leide 1690. 4.

ſtehen. Wie er hieraus das Geſetz der Brechung des Lichtes, und die Erſcheinungen des Doppelſpathes zu erklären ſuchet, kann unter den Artikeln, **Brechung der Lichtſtrahlen** und **Kryſtall, isländiſcher**, nachgeſehen werden.

Gaſſendi ſchrieb ziemlich umſtändlich über das Licht und die davon abhängenden Erſcheinungen; war aber ein ſehr ſtarker Vertheidiger von **Epikurs** Syſtem, behauptete das Licht ſey etwas Körperliches, und die Sichtbarkeit der Gegenſtände rühre von Partikeln her, welche beſtändig von der Oberfläche der Dinge abfließen. Gegen dieſes gaſſendiſche Syſtem, ſo wie auch gegen das carteſiſche machte **du Hamel** [α]) ſehr viele Einwendungen, und ſuchte beide Syſteme ſehr umſtändlich zu widerlegen; er nahm das Licht, ſo wie die Scholaſtiker, als eine Eigenſchaft der Körper an. Auch **Iſaak Voſſius** [β]) behauptete das Unkörperliche des Lichtes, und kam dadurch in einen Streit mit den Carteſianern.

Inzwiſchen wurden die wichtigen Entdeckungen, welche **Newton** über das Licht gemacht hatte, bekannt. Dieſer große Phyſiker beſchäftigte ſich zwar mehr mit Erſcheinungen und Auffindung der Geſetze des Lichtes; allein aus ſeinen der Optik beygefügten Fragen erſieht man doch, daß er die Lichtſtrahlen für die Wege materieller, aus den leuchtenden Körpern ausgegangener Theile zu halten geneigt war, die mit andern Körpern in Verbindung treten, zurückgeworfen werden konnten u. d. g. Dieſe Lehre, nach der man das Licht als einen körperlichen Ausfluß von den leuchtenden Körpern vorſtellet, wird das **Emanationsſyſtem** genannt, und erhielt durch **Newton's** Entdeckungen vom Lichte ein ſehr großes Anſehen. Es hat auch dieſes Syſtem, ungeachtet aller dagegen gemachten Einwendungen, auf keine Weiſe widerleget werden können, vielmehr hat es noch weit mehr Feſtigkeit durch neuere Erfindungen in der Chymie erhalten. Man iſt aber auch wirklich im Stande, von den Erſcheinungen des Lichtes in dieſem Syſteme die meiſte Rechen-

ſchaft

α) Aſtronomia phyſica. Paris 1660. 4.
β) De lucis natura et proprietate. Amſt. 1662. 4.

ſchaft zu geben, und ſie hiernach am leichteſten und einfachſten zu beurtheilen, welches man von keinem andern Syſteme erwarten kann. Die Gründe, mit welchen man das Emanationsſyſtem beſtritten hat, und welche meiſtens von **Eulern** herrühren, ſind folgende:

1. Müßten die Himmelsräume mit der Lichtmaterie ſo angefüllet ſeyn, und dieſe müßte mit einer ſo großen Geſchwindigkeit beweget werden, daß dadurch die Planeten in ihrem Laufe geſtöret werden würden. **Euler**, welcher hierbey **Newton** einer großen Inconſequenz beſchuldiget, gebrauchet dieſen Einwand als einen Defenſivgrund ſeiner nachher anzuführenden Hypotheſe. Allein es hat dieſer Einwurf gar kein Gewicht, indem ſchon ein Theil davon auf **Eulers** Hypotheſe, der die Himmelsräume mit Aether ausgefüllt annehmen muß, zurückfällt, und ſelbſt ganz verſchwindet, wenn man erwäget, daß in einer expanſibeln, nicht bemerkbar ſchweren Flüſſigkeit, wie das Licht iſt, die Verſchiebbarkeit ſeiner Theile kein Hinderniß der Bewegung eines Körpers darin ſeyn könne.

2. Die unzählbaren Lichtſtrahlen müßten ſich nach ſo vielen Richtungen durchkreuzen, daß ſie durch ihren Anſtoß an einander ſich in ihren Bewegungen nothwendig hemmen und ſtören würden. Daß dieſer Einwurf nach dem mechaniſch-atomiſtiſchen Syſteme ſich nicht gänzlich heben laſſe, erhellet aus dem oben Angeführten, wenn man ſich auch das Licht als diskrete Flüſſigkeit vorſtellet, deren Theile in ihrer Bewegung erſt viele tauſend Meilen hinter einander folgen, wegen der außerordentlichen Geſchwindigkeit aber derſelben Abſtand von einander von uns nicht wahrgenommen werden könne. Nach dem dynamiſchen Syſteme hingegen fällt der Einwurf gänzlich weg, weil hiernach eine Durchdringung der Lichtſtrahlen ohne große Hinderniß Statt findet.

3. Müßte die Sonne durch den beſtändigen Ausfluß der Lichtmaterie aus allen ihren Punkten und nach allen Seiten längſt erſchöpft ſeyn. **Euler** berechnet, wenn die Verminderung der Sonne nach 5000 Jahren unmerklich ſeyn ſollte,

ſo müßte die Dichtigkeit der Lichtſtrahlen an der Erde eine Trillionmahl geringer ſeyn, als die Dichtigkeit der Sonne, welches ihm unbegreiflich ſey. Wenn man auch das Licht als kleine diskrete Flüſſigkeit annehmen wollte, wie man nach dem dynamiſchen Syſtem zu thun berechtiget iſt, ſo läßt ſich doch auf dieſen Einwurf antworten, daß durch einen uns unbekannten Kreislauf das Licht wieder zur Sonne, als ſeiner Quelle, gebunden oder frey zurückkehren kann, um als freyes Licht da wieder ausgeſendet zu werden. Selbſt die Dünne des Lichtes, wie ſie **Euler** berechnet, kann noch geringer ſeyn, ohne daß ſie deßwegen einen Widerſpruch in ſich ſelbſt enthielte.

4. Sey es unbegreiflich, daß ſich eine Materie mit ſo ungeheuerer Geſchwindigkeit, wie das Licht, bewegen ſollte. Dieſer Einwurf ſagt aber ſo viel, als daß wir die Geſchwindigkeit des Lichtes mit keiner andern bekannten vergleichen können. Allein von der Unbegreiflichkeit läßt ſich nicht auf die Unmöglichkeit ſchließen.

5. Könnten materielle Lichtſtrahlen die durchſichtigen Körper nicht anders als in geradlinigen Gängen durchdringen. Denkt man ſich nun ſolche gerade Gänge in einem Körper an allen Orten und nach allen Richtungen, ſo bleibe kein Ort übrig, in welchen man die undurchdringliche Materie desſelben ſtellen könne. Ein ſolcher Bau würde den durchſichtigen Körpern alle Materie, oder wenigſtens allen Zuſammenhang benehmen. Dieſer Einwurf rührt bloß von der mechaniſch-atomiſtiſchen Vorſtellung her, und iſt gegen das atomiſtiſche Syſtem der ſtärkſte. Denn nach dieſem kann keine Materie die andere durchdringen. Die Atomiſtiker ſuchen dieſem Einwurfe dadurch zu begegnen, daß ſie ſagen, es könne da nicht überall Continuität ſeyn, wo wir dergleichen zu ſehen glaubten. Es ſcheine zwar ein Glaswürfel in allen Seiten und in allen Richtungen durchſichtig; vielleicht finde dieß aber nur in ſehr vielen Stellen Statt; an welchen er kein Licht durchlaſſe, bemerkten wir wohl nicht, es könnten aber wirklich dergleichen geben, eben ſo, wie die Zwiſchen-

ſchenräume, welche die Wärme durchlaſſen, und die wir eben ſo wenig bemerkten. Auch ließen durchſichtige Körper nie alles Licht durch, ſie ſchwächten vielmehr daſſelbe beträchtlich. Allein es ſcheint mir dadurch der Einwurf keineswegs gehoben zu ſeyn, da doch gerade durch ſolche Materien, wie z. B. durch Flüſſigkeiten, bey denen man auch durch die ſtärkſten Vergrößerungsgläſer keine Zwiſchenräume wahrnehmen kann, das Licht nach allen möglichen Richtungen in geraden Linien ſo frey hindurchgehet. Dieſe Schwierigkeit ſuchte der P. **Boscowich** *) dadurch zu heben, daß er ſich die Materie überhaupt als eine Menge von phyſiſchen Punkten vorſtellt, die mit Wirkungskreiſen des Anziehens und Zurückſtoßens umgeben, die phyſiſchen Punkte aber abſolut undurchdringlich ſind. Hat nun, ſagt er, ein beweglicher Körper Moment genug, um die zurückſtoßenden Kräfte, in deren Wirkungskreis er kommt, zu überwinden, ſo wird er ohne Schwierigkeit durch jeden Körper dringen können; denn auf dieſe Art kreuzen ſich bloß Kräfte, wovon mehrere an einem Orte zugleich ſeyn können. Wenn der bewegte Körper Moment genug beſitze, ſo meinet er, der durchgehende Körper treibe die Theile des andern gar nicht aus der Stelle; ſey aber das Moment geringer, ſo ſetze der durchgehende Körper die Theile des andern in Bewegung, ohne in ſeinem Laufe unterbrochen zu werden; ſey endlich das Moment unmerklich, ſo gehe der ankommende Körper gar nicht durch den andern. **Prieſtley** führet an, daß ein Engländer **Michell** eben dieſen Gedanken ſchon früher gehabt habe. Allein hier iſt es unmöglich, daß die Wirkungskreiſe der phyſiſchen abſolut undringlichen Punkte mit ſich beſtehen können. Es ſey nämlich (fig. 45.) b ein phyſiſcher Punkt, mithin etwas Materielles im Raume, ſo muß ſelbigem eine Kraft zukommen, dem Eindringen eines andern phyſiſchen Punktes nach allen Seiten zu widerſtehen. Geſetzt der Durchmeſſer der Sphäre dieſer wirkenden Kraft ſey a c, folglich der Halbmeſſer a b, ſo muß zwiſchen

*) Philoſoph. naturalis theoria redacta ad vnicam legem. Vindob. 1759. 4. p. 167.; ingl. diſſ. de lumine. Vindob. 1766. 4. maj.

zwiſchen a und b ein Punkt angegeben werden können, weil der bloße Raum unendlich theilbar iſt. Wenn nun b demjenigen, welches in a einzudringen ſich beſtrebet, widerſtehet, ſo muß auch der Punkt d den beiden Punkten a und b widerſtehen, weil im entgegengeſetzten Falle ſich beide Punkte a und b nähern, und in d zuſammenkommen, mithin den Raum durchdrungen haben würden. Hieraus folgt, daß in d etwas ſeyn müſſe, was dem Eindringen beider Punkte a und b widerſtehet, d. i. a und b zurücktreibet. Nun iſt aber das Zurücktreiben eine Bewegung, folglich muß d etwas Bewegliches im Raume, d. i. Materie ſeyn. Demnach kann unmöglich der Raum zwiſchen a und b mit Wirkſamkeit von der zurückſtoßenden Kraft des Punktes b erfüllet ſeyn, und eben darum auch nicht der Raum zwiſchen d und b und ſo ins Unendliche. Es muß folglich in einem jeden Punkte eines mit Materie erfüllten Raumes materielle Subſtanz, d. i. ein für ſich beweglicher Theil anzutreffen ſeyn. Nach dem dynamiſchen Syſteme fällt dieſer Einwurf von ſelbſt weg, indem die materiellen Theile des Lichtes die Materie des durchſichtigen Körpers durchdringen.

Dieſe angeführten Schwierigkeiten, die man bey Erklärung der Erſcheinungen des Lichtes nach dem Emanationsſyſteme zu finden glaubte, gaben **Leonh. Euler** *) die Veranlaſſung, die huygenianiſche Hypotheſe mit einigen Verbeſſerungen zu erneuern, und ſie beſonders auf die durch **Newton** ſehr erweiterte Farbenlehre anzuwenden. Er wußte ſelbiger durch Anwendung der Mathematik ein ſolches Anſehen zu geben, daß ſehr viele Naturforſcher ihr lauten Beyfall zu ertheilen nicht verſagen konnten.

Euler nimmt eine höchſt feine, flüſſige und elaſtiſche Materie durch den ganzen Weltraum verbreitet an, welche er mit Huygens **Aether** nennt. Durch das Zittern der leuchtenden Körper wird dieſer Aether eben ſo beweget, wie durch die Schwingung der ſchallenden Körper die Luft. Dadurch

*) Noua theoria lucis et colorum; in opuſc. varii argum. Berol. 1746. 4. p. 169 ſqq.

durch entſtehen Schläge (pulſus) auf den Aether, welche ſich, wie die Wellen im Waſſer, nach allen Richtungen hin verbreiten, ſo daß dieſe wie Halbmeſſer einer Kugel den leuchtenden Punkt als Mittelpunkt umgeben. Dieſer Schläge folgen mehrere auf einander mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit, und ihre Folge in eben derſelben geraden Linie macht einen Lichtſtrahl aus. **Einfache Lichtſtrahlen** ſind diejenigen, in welchen alle Pulſus mit gleichen Zwiſchenzeiten auf einander folgen; **zuſammengeſetzte**, deren Schläge durch ungleiche Zeiträume getrennt ſind. Die einfachen ſind wieder verſchieden nach der verſchiedenen Geſchwindigkeit, mit welcher die Schwingungen des Aethers auf einander folgen, und hieraus ſucht er die Empfindung der verſchiedenen einfachen Farben im Auge zu erklären. M. ſ. **Farben** (Th. II. S. 356). Die Brechung des Lichtes kömmt daher, weil die Wellen der Schläge an der brechenden Fläche andere Geſchwindigkeiten erhalten, und beym ſchiefen Einfall ein Theil der Welle eher an die Fläche trifft, als die übrigen, wodurch die Richtung der ganzen Welle geändert wird.

Die Körper theilet **Euler** in Abſicht auf das Licht in vier Claſſen. Leuchtende Körper heißen bey ihm diejenigen, deren Oberfläche durch ihr Zittern dem Aether beſtändige Schläge mittheilet; ſpiegelnde Körper diejenigen, deren Theile durch das Licht in keine Schwingende Bewegung geſetzet werden, ſondern von welchen die auffallenden Schläge des Aethers unter dem gehörigen Winkel zurückfahren; durchſichtige diejenigen, welche die Schläge des Aethers durch ihre Subſtanz hindurch fortpflanzen; und undurchſichtige diejenigen, deren Theilchen von dem auffallenden Lichte in eine ſchwingende Bewegung geſetzet werden, und in dem Aether wieder eine ſolche Bewegung erregen. Uebrigens kann einerley Körper in mehrere dieſer Claſſen zugleich gehören.

Die Erklärung der verſchiedenen Brechbarkeit oder Farbenzerſtreuung iſt nach dieſer Hypotheſe ſehr unvollkommen, und willkürlich. Die auf einander folgenden Schläge ſollen nämlich nach und nach ſo einfließen, daß durch eine ſchnellere

Succeſ-

Succeſſion auch eine geſchwindere Fortpflanzung der ganzen Welle bewirket wird. Hieraus ſtellt **Euler** eine Rechnung an, welche am Ende nichts Beſtimmtes gibt, und nur obenhin zeigt, daß die Größe der Brechung mit von der frequentia pulſuum abhänge. Zuerſt nimmt er willkürlich an, daß bey mehreren Schlägen die Brechbarkeit geringer ſey, nachher aber in einer andern Schrift behauptet er gerade das Entgegengeſetzte. Uebrigens läßt ſich nach **Eulers** Hypotheſe der Umſtand gar nicht erklären, daß ſich die Farbenzerſtreuung nicht nach der Größe der Brechung richtet.

Was die Sichtbarkeit erleuchteter **dunkeler Körper** betrifft, ſo leitet dieſe **Euler** nicht, wie **Newton**, von dem zurückgeworfenen Lichte her, ſondern vielmehr aus neuen im dunkeln Körper erregten Schwingungen, deren Geſchwindigkeit oder Farbe mit der Spannung ſeiner Theile zuſammengehöret. So ſoll der Mond nicht das Sonnenlicht in unſer Auge zurückwerfen, weil wir ſonſt nicht den Mond, ſondern ein Sonnenbild ſehen würden. Auch wären wir nicht im Stande, Farben an den Körpern wahrzunehmen, wenn dieſe das auffallende Licht zurückwürfen, weil die Zurückwerfung bloß vom Einfallswinkel abhange, und es alſo unerklärbar wäre, warum ein rother Körper in allen Fällen bloß rothe Strahlen nicht nur zurückwirft, ſondern auch nach allen Seiten ausſendet. Es muß demnach der rothe Körper ſelbſt ſeyn, welcher durchs Licht erſchüttert dem Aether Schläge gibt, welche der Spannung ſeiner Theile gemäß ſind, und welche daher die Empfindung der dem Körper eigenen rothen Farbe erregen. Allein die Sichtbarkeit erleuchteter Körper und das Zurückwerfen des farbigen Lichtes läßt ſich ſehr leicht aus der Rauhigkeit der Flächen erklären. Rauhe Körper nämlich werfen von jedem Theile das Licht nach allen möglichen Richtungen zurück, und können daher keine Bilder zeigen, wie die glatten Körper. Auch lehret die Erfahrung, daß Körper von einer gewiſſen Farbe, in das einfache Licht einer andern Farbe gebracht, nicht die ihrige, ſondern die Farbe

des auffallenden Lichtes zeigen, welches der euleriſchen Hypotheſe ganz entgegen iſt.

Uebrigens findet man **Eulers** Hypotheſe ſehr faßlich in ſeinen Briefen vorgetragen. Er ſucht ihr auch vorzüglich dieſerwegen Eingang zu verſchaffen, weil ſie dem allgemeinen Plane der Natur gemäßer ſey. Wenn ſich die Natur, ſagt er, nur bey geringen Diſtanzen der Ausflüſſe bedienet, z. B. beym Geruche, um die Empfindungen zu erregen, bey weitern Diſtanzen hingegen, wie zur Fortpflanzung des Schalles, keine ſolche Ausflüſſe gebrauchet, ſo iſt es glaublich, daß ſie, um noch entferntere Dinge dem Geſichte empfindbar zu machen, nicht Ausflüſſe, ſondern Schwingungen eines feinern Mittels werde gewählet haben.

Der euleriſchen Theorie läßt ſich aber entgegenſetzen:

1. Daß dabey eine Materie angenommen iſt, die durch die Erfahrung nicht erwieſen werden kann. Nach Herrn **Gren** *) iſt ſogar die Exiſtenz des Aethers nicht einmahl möglich. Denn wenn er ein elaſtiſches oder expanſibeles Fluidum bildete, welches nicht ſchwer wäre, und auch von keiner andern Materie angezogen werde, ſo müßte er ſich durch ſeine Repulſionskraft ins Unendliche zerſtreuen, d. h. es würde nirgends ein endliches Quantum deſſelben angetroffen werden, weil nichts ſey, was ihrer Anſpannungskraft Grenzen ſetzen könnte. Sollte er aber ein ſchweres elaſtiſches Fluidum bilden, wie die Luft, ſo würde ſeine Beſchränkung zwar möglich ſeyn; dann würden wir aber ſein Daſeyn durchs Gewicht entdecken müſſen; und davon lehreten uns die Erfahrungen nichts. Allein dieſe Gründe ſcheinen nach meinem Urtheile nicht hinreichend zu ſeyn, das Daſeyn des Aethers für unmöglich zu halten. Es läßt ſich mit der dynamiſchen Lehre gar wohl vereinigen, daß in dem ganzen Weltraume ein elaſtiſches Fluidum verbreitet ſey, welches durch die Anziehung der allgemeinen Materie (der Weltkörper) beſchränket wird, ob wir gleich ſelbiges durch unſere Werkzeuge nicht wahrnehmen können.

2.

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. S. 543.

2. Der ſtärkſte Einwurf, den man gegen die euleriſche Theorie machen kann, läßt ſich aus einem Satze **Newtons** *) herleiten. Es beweiſet dieſer nämlich, daß die Schläge oder Wellen eines elaſtiſchen Mittels, wenn ſie durch ein Loch in einer vorliegenden Wand gehen, ſich hinter demſelben nach allen Seiten hin ausbreiten. Daraus würde folgen, daß man einen leuchtenden Körper, wenn er ſolche Wellen erreget, auch hinter einer mit einer Oeffnung verſehenen Wand ſehen müßte, wenn man auch nicht in einer geraden Linie mit dem leuchtenden Körper und der Oeffnug ſich befindet, ſo wie man den von außen erregten Schall in allen Winkeln eines verſchloſſenen Zimmers durch eine Oeffnung höret, welches aber der klaren Erfahrung zuwider iſt. Euler widerleget **Newtons** angeführten Satz nicht; macht aber die Erinnerung, es ſey damit noch nicht bewieſen, daß der Schall ſich im Zimmer durch eine Oeffnung in der Wand nach allen Seiten hin ausbreite, weil man von der Lage des ſchallenden Körpers nach der Richtung urtheile, nach welcher die Schläge der Luft ins Ohr kommen. Wenn man das Loch zumache, höre man den Schall faſt eben ſo gut; er dringe durch die Wände des Zimmers in gerader Linie welche hier gleichſam die Stelle durchſichtiger Körper vertreten. Könnte man Wände anlegen, welche für den Schall undurchdringlich wären, welches **Euler** für unmöglich hält, ſo würde man den Schall bloß in gerader Linie hören, welche durch den ſchallenden Körper und das Loch ginge. Allein Herr **Klügel** glaubt wirklich dieſen Verſuch angeſtellet zu haben, der, wie er gleich anfänglich vermuthete, keinesweges zum Vortheile **Eulers** ausfiel, indem es ziemlich entſchieden war, daß der Schall nicht nach der geraden Linie ins Ohr kam.

Das Emanationsſyſtem hat vorzüglich durch neuere chemiſche Entdeckungen, von welchen **Newton** nichts ahnen konnte, noch weit mehr Feſtigkeit erhalten. Es bleibt aber auch unläugbar, daß über Entſcheidung des Körperlichen

S 2 oder

*) Princip. lib. II. prop. 42.

oder Unkörperlichen des Lichtes der Chemie das Recht gebühret. **Euler** ſtreitet gegen **Newton** nur über mathematiſche Möglichkeit, und ſchwerlich laſſen ſich über die Wirklichkeit des Lichtes von der Mathematik Aufſchlüſſe erwarten; aber wohl von der Chemie, welche ſchwerlich mit Schwingungen des Aethers wird auskommen können.

Es iſt ganz unverkennbar, daß das Licht bey ſehr vielen Naturprozeſſen als etwas Körperliches mitwirkt. Bey dem geſammten Pflanzenreiche hat man einen vorzüglichen Einfluß des Sonnen- und Tageslichtes wahrgenommen. Pflanzen, welche dem Lichte nicht ausgeſetzet werden, wenn ſie auch ſonſt in der ihnen angemeſſenen Wärme aufgezogen werden, behalten eine bleiche Farbe; auch drehen ſich gewiſſe Gewächſe ſtets nach der Sonne, und junge Blätter und Zweige neigen ſich größtentheils nach dem Orte, von welchem das meiſte Licht auf ſie fällt. Die grüne Tinctur, welche man durchs Aufgießen des Weingeiſtes auf Kirſch- Feigen- oder Hollunderblätter erhält, verlieren binnen 20 Stunden am Sonnenlichte ihre Farbe, welche ſich in einem undurchſichtigen Gefäße oder in einem mit ſchwarzem Papier bedeckten Glaſe mehrere Monate erhält. Wenn grüne Blätter ins Waſſer gelegt dem Sonnenlichte ausgeſetzet werden, ſo entwickelt ſich Sauerſtoffgas, welches ohne Licht bey eben demſelben Grade nicht erfolget. Es iſt unmöglich, alle dieſe Wirkungen aus den Schwingungen des Aethers abzuleiten.

Die dephlogiſtiſirte Salzſäure, deren eigenthümliche Farbe gelb iſt, wird im Sonnenſchein waſſerhell, und entwickelt aus ſich Sauerſtoffgas; unter ſchwarzem Papiere aber erfolget nichts. Auch die weiße Salpeterſäure wird im Sonnenlichte gelb; im Schatten hingegen und in der Ofenwärme behält ſie ihre Farbe. Hornſilber und Silbervitriol werden im Sonnen- und Tageslichte ſelbſt unter dem Waſſer und in verſchloſſenen Gefäßen ſchwarz, aber keinesweges, wenn ſie an finſtern Orten ſtehen. Dieß ſind offenbar lauter Erſcheinungen, bey welchen die Einwirkung des Lichtes als

einer materiellen Subſtanz auf keine Weiſe geläugnet werden kann.

Auch gibt es heutzutage wohl wenige Naturforſcher, welche das Licht als eine bloße Wirkung von der ſchwingenden Bewegung des Aethers halten. Nach dem Urtheile des Herrn Hofr. **Lichtenbergs** [α]) reicht das Vibrationsſyſtem vermittelſt einiger Hülfsfictionen zwar hin zu erklären, wie Helle, Hellheit ſo entſtehen kann, wie wir ſie bemerken (und aus dieſem Geſichtspunkte iſt das Licht bisher faſt einzig betrachtet worden), aber nicht, ohne Fictionen mit Fictionen zu häufen und allen Weg der Analogie gänzlich zu verlaſſen, wie ſo viele andere Wirkungen des Lichtes Statt finden können. So ließe ſich der Geruch der Schwefellebern ſehr gut durch Vibrationen erklären, aber nicht die übrigen Einwirkungen dieſer Schwingungen, z. B. auf die Auflöſungen der Metalle. Man dürfe mit Zuverläſſigkeit behaupten, daß, ſeitdem man angefangen habe, das Licht als Körper mit allen ſeinen Affinitäten zu betrachten, verbunden mit ſeiner Geſchwindigkeit, endlich ein Tag in den dunkelſten Gegenden der Phyſik zu dämmern angefangen habe. Hiermit werde aber nicht geläugnet, daß auch dieſe Vorſtellungsart noch ihre Schwierigkeiten habe, und daß wir überhaupt noch weit entfernet wären, die Natur des Lichtes deutlich zu erkennen, und aus ſubjektiven Urſachen vielleicht nie ganz erkennen werden.

Auch Herr **Gren** [β]) behauptet die Materialität des Lichtes. Mehrere Erfahrungen, ſagt er, berechtigen uns anzunehmen, daß das Licht als ein vorzügliches Agens in der Natur zu betrachten ſey. Sein Beytritt zu gewiſſen Stoffen verſchaffe uns verbrennliche Subſtanzen, ändere die Miſchungen unzähliger Materien, erzeuge die elektriſche Materie der Körper. Wenn wir auch nur einige Aufmerkſamkeit auf die dem Einfluſſe des Lichtes ausgeſetzten Körper

 werfen

α) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. Götting. 1794. §. 308. Anmerk.
β) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 825.

werſen, ſo zeige ſich ſehr bald, daß die Einwirkung desſelben im Stande ſey, beträchtliche Veränderungen der Miſchung zu Wege zu bringen. Die Nothwendigkeit des Lichtes, z. B. zum Gedeihen der Gewächſe, ſey unläugbar. Pflanzen, die beym Ausſchluſſe vom Lichte wachſen, werden bleich, verlieren ihre Farbe, und erhalten dieſe nach und nach wieder beym Einfluſſe des Lichtes darauf. Alle keimende Pflanzen, wenn ſie erſt aus der Erde hervor ans Tageslicht treten, ſeyn weiß und ungefärbt, und werden erſt grün beym Einfluſſe des Lichtes darauf, die innern Blätter der Kohl- und Lattiggarten, die von den äußern gegen den Einfluß des Lichtes gedecket ſind, ſeyn wäſſerig, weiß und ungefärbt, und erlangen erſt Farbe, wenn ſie ſich entfaltet haben.

Alle dieſe angeführten Erſcheinungen ſieht Herr **de Lüc** ebenfalls als hinlängliche Beweiſe an, daß man das Licht nicht allein als Urſache der Helligkeit annehmen dürfe, ſondern in ihm eines der vorzüglichſten Wirkungsmittel anerkennen müſſe. Es iſt nach ihm möglich, daß auch der Lichtſtoff noch zuſammengeſetzet ſey, obgleich unſere Sinne wegen ſeiner äußerſten Feinheit davon nichts erkennen könnten. Für eine der einfachſten Verbindungen des Lichtes hält er das Feuer, in welchem das Licht nach ſeiner Theorie das fluidum deferens, und mit der Wärme- oder Feuermaterie, als ſchwerer Subſtanz, verbunden iſt. Es iſt alſo nach ihm die Urſache der Flüſſigkeit des Feuers das Licht, mithin die Urſache aller Flüſſigkeit. Herr **de Lüc** hat ſeine Gedanken über die Verhältniſſe zwiſchen Licht und Feuer ausführlich im ſechsten Briefe **an de la Metherie** [α]) erkläret.

Herr **de la Metherie** [β]) ſagt, man möge ſich einen Begriff von der Lichtmaterie machen, welchen man will, ſo müſſe man doch eingeſtehen, daß ſie im ganzen Weltraume ausgebreitet ſey, und daß ſie alle Körper umhülle, und

[α]) Journ. de phyſ. Juille 1790.; und in Grens Journ. der Phyſ. B. IV. S. 233 f.

[β]) Theorie der Erde, a. d. Franz. Leipzig 1797. 8. Th. I. S. 97 f.

und in dieſelben eindringe. Es ſey die Lichtmaterie, wie die elektriſche und magnetiſche Flüſſigkeit und die Luft, eine wirkliche im Raume verbreitete Flüſſigkeit, welche durch die leuchtenden Körper bewegt die Farben hervorbringe, eben ſo wie die Luft, durch die tönenden Körper bewegt, den Schall bewirke. Die Flüſſigkeit des Lichtes müſſe auf die Kryſtalliſation des Erdkörpers und der mineraliſchen Subſtanzen Einfluß gehabt haben. Es gebe einige Erfahrungen, welche beweiſen, daß das Licht bey der Kryſtalliſation der Salze eine Rolle ſpiele, indeſſen seyn dieſe Verſuche nicht mit dem gehörigen Eifer fortgeſetzet worden. Dieſe Flüſſigkeit vereinige ſich mit den Körpern, und es ſcheine hinlänglich erwieſen zu ſeyn, daß ſie als Beſtandtheil in die Pflanzen und Thiere eingehe; denn dieſe ſowohl als jene befänden ſich im Schatten nicht ſo gut, wie am Tageslichte. Man dürfe auch ſchlechterdings nicht daran zweifeln, daß dieſe Materie unter die Beſtandtheile vieler, vielleicht aller Mineralien gehöre.

Einige Naturforſcher haben behauptet, daß Erleuchtung und Erwärmung von einerley objektiven Urſache herrühre, weil in ſehr vielen Fällen Licht mit Wärme zugleich verbunden ſey. Sie haben nämlich angenommen, das Leuchten ſey eine bloße Wirkung, welche der freye Wärmeſtoff bey einem gewiſſen hohen Grade allemahl hervorbringe. Allein die Erſcheinungen und die Geſetze, welche Licht- und Wärmeſtoff befolgen, beweiſen, daß ſie beide weſentlich von einander verſchieden ſind. Wäre das Licht ſehr verdichteter Wärmeſtoff, ſo müßte nach einer natürlichen Folge bey jedem Leuchten eine hohe Temperatur zugegen ſeyn, wogegen die Erfahrung offenbar ſpricht.

Die Antiphlogiſtiker haben von den Verhältniſſen des Wärme- und Lichtſtoffes gar nichts Beſtimmtes angegeben, und das Licht beſtändig als einen bloßen Begleiter der Wärme betrachtet, wiewohl ſie ſonſt in ihren Verzeichniſſen der einfachen Stoffe den **Lichtſtoff** (lumière) von dem **Wärmeſtoff** (calorique) unterſcheiden. Alles aber, was ſie

davon ſagen, läuft bloß da hinaus, daß bey einigen Prozeſſen der frey gewordene Wärmeſtoff entweder allein erwärme oder erwärme und zugleich leuchte, ohne jedoch nur irgend einen Grund anzugeben, warum jenes oder dieſes erfolgen müſſe. Dabey nehmen ſie an, daß die einzige Quelle des Lichtes das Sauerſtoffgas ſey. Sie behaupten nämlich, beym Verbrennen verbrennlicher Körper werde das Sauerſtoffgas zerſetzt, indem ſich der Sauerſtoff mit den verbrennlichen Körpern verbinde, und der Licht- und Wärmeſtoff des Gas frey werde. Hiernach wird alſo aus den verbrennlichen Körpern kein Licht entwickelt. Da es aber in der Natur Phänomene gibt, wo Licht ohne allen Beytritt von Sauerſtoffgas aus verbrennlichen Körpern zum Vorſchein kommt, und überhaupt noch viele andere Erſcheinungen, bey welchen Licht ohne Sauerſtoffgas entſtehet, gar nicht erkläret werden könnten, ſo haben vorzüglich die Herrn **Leonhardi**, **Richter** und **Gren** dieſe Lücken zu ergänzen geſuchet, indem ſie bey den chemiſchen Operationen einen eigenen Stoff mitwirken laſſen, welcher in den verbrennlichen Körpern als ein eigener Beſtandtheil vorhanden iſt, und in Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe das Leuchten hervorbringt. Dieſen Beſtandtheil nennen ſie Brennſtoff, welcher mit dem Wärmeſtoffe verbunden das Licht erzeuget. M. ſ. **Brennſtoff**.

Herr **Gren** macht auf den Umſtand aufmerkſam, daß in allen den Fällen, wenn aus den Körpern Licht entwickelt werden ſoll, durchaus ein gewiſſer Grad von Wärme nöthig iſt; daraus ſchließt er, daß das Licht keine urſprünglich expanſible Flüſſigkeit, ſondern daß ſeine Expanſibilität eine vom Wärmeſtoffe abgeleitete oder mitgetheilte, oder daß das Licht aus einer an ſich nicht expanſiblen, eigenthümlichen Baſis und dem Wärmeſtoffe zuſammengeſetzet ſey. Dieſe eigenthümliche Baſis des Lichtes, welche in chemiſcher Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe erſt das Licht macht, und mit ihm eine ſpecifiſch verſchiedene Materie conſtituirt, welche vermögend iſt, das Organ des Geſichts zu afficiren, nennt er

er **Brennſtoff** oder **Phlogiſton**. Nach Herrn **Gren** iſt alſo der Wärmeſtoff das fluidum deferens, welches nach des Herrn **de Lüc** gerade umgekehrt das Licht iſt. Aus dieſem Satze, daß das Licht eine aus dem Brennſtoff und Wärmeſtoff zuſammengeſetzte Flüſſigkeit ſey, ſucht Herr **Gren** eine Menge von Erſcheinungen des Lichtes und Feuers zu erklären, die ſonſt nach der Meinung ganz unerklärt bleiben müßten. So höre das Licht auf, vom Geſichte empfunden zu werden, nicht allein, wenn ſeine Intenſität bis auf einen gewiſſen Grad abnehme, ſondern auch, wenn das Verhältniß des Brennſtoffs zum Wärmeſtoffe darin bis auf eine gewiſſe Grenze vermindert worden ſey, wo es ſich uns dann bloß als reiner Wärmeſtoff offenbaren könne. Ferner könne das Licht zerſetzt und auch wieder zuſammengeſetzet werden; es könne verändert werden oder in eine andere Art des farbigen Lichtes übergehen, wenn das Verhältniß ſeiner Beſtandtheile geändert werde. Das Licht zerſetze ſich, wenn ſeine Baſis durch Anziehung anderer Subſtanzen dagegen vom Wärmeſtoffe getrennt werde, und dieſer folglich als reiner freyer Wärmeſtoff übrig bleibe, welcher nicht mehr leuchtend ſey. Es könne aber auch dadurch aufhören, leuchtend zu ſeyn, wenn es, ohne zerſetzt zu werden, ſeiner ganzen Zuſammenſetzung nach durch Anziehung anderer Materien dazu, aufhöret, expanſible Flüſſigkeit zu ſeyn, oder figiret werde u. ſ. w. Nach der Theorie des Herrn **Gren** müßte der Ausdruck **Licht** mit dem Feuer einerley bedeuten, indem er unter Feuer eine Verbindung des Lichtes mit Wärmeſtoff verſteht, d. h. nämlich Brennſtoff und Wärmeſtoff. Allein es ſcheint doch, daß uns die Erfahrung nicht berechtige, beides für identiſch anzunehmen, indem nicht alles Leuchten ein Feuer iſt. Daß man das Licht gemeiniglich mit Wärme begleitet wahrnimmt, ſcheint noch keinen Grund der Zuſammenſetzung des Lichtes aus Brennſtoff und Wärmeſtoff zu geben. Es kann die Lichtmaterie als einfacher Stoff betrachtet eine ſehr große Verwandtſchaft mit dem Wärmeſtoffe haben; daher auch

beide immer in Verbindung mit einander erſcheinen. Daraus laſſen ſich aber eben ſo leicht die Erſcheinungen des Lichtes erklären, als nach der Theorie des Herrn **Grens**. Die Meinung, daß das Licht eine einfache Subſtanz ſey, ſcheint ſich nach den neueſten merkwürdigen Verſuchen des Herrn **Göttlings** immer mehr zu beſtätigen. M. ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes, Stickſtoff.**

Nur ſehr wenige Naturforſcher und Chemiker bezweifeln die Materialität des Lichtes. Unter den Phlogiſtikern iſt es Herr Hofr. **Voigt** [a]), welcher das Licht nach Euler durch eine bloße Erſchütterung eines ſonſt in Ruhe befindlichen Stoffs zu erklären ſuchet, und dieſe Erſchütterung durch das Gegeneinanderwirken ſeiner beiden Brennſtoffe entſtehen läßt. Unter den Antiphlogiſtikern hat Herr **Girtanner** überhaupt an dem Daſeyn eines Lichtſtoffs gezweifelt. M. ſ. **Brennſtoff.** Und Herr **Scherer** [b]) beſchuldiget ſogar diejenigen, welche das Licht als materielle Subſtanz annehmen, der gröbſten Inconſequenz. Seine Gründe, welche er gegen die Materialität des Lichtes aufführet, ſind bey weitem nicht hinreichend, von der Behauptung derſelben abzugehen. Unter andern beruft er ſich auch auf die wichtigen Erfahrungen des Herrn **von Humboldt**. Dieſer ſah, daß in einer Tiefe von 2 bis 300 Ellen poa compreſſa, poa triuialis, briza media, bromus mollis, ſelbſt plantago lanceolata, trifolium officinale, trifolium aruenſe und andere Pflanzen keimen, neue Blätter treiben, die alten nicht fallen laſſen, mit Rispen blühen u. ſ. f. alles wie auf der von der Sonne beſchienenen Oberfläche der Erde. Es war die Farbe dieſer unterirdiſchen Gewächſe grün, und zwar fand ſich dieſe in verſchiedenen Modiſicationen. Eine merkwürdige Flechtenart (lichen verticillatus Humb.) ſcheint ſich das Innere des Erdkörpers zum ausſchließenden Wohnorte gewählt zu haben und treibt doch grüne Keime. Mehrere andere Pflan-

a) Verſuch einer neuen Theorie des Feuers ꝛc. Jena 1794. 8.
b) Nachträge zu den Grundzügen der neuern chemiſchen Theorie. Jena 1796. 8.

Pflanzen, welche Herr **von Humboldt** in verſchiedenen Stellen, deren Luft ziemlich verdorben und von wäſſerigen Dünſten feucht war, ſtellte, behielten mehrere Wochen lang ein auffallend friſches Anſehen, und warfen ihre alten Blätter nicht ab. Die jungen, die ſchon über Tage getrieben waren, wuchſen ſichtbar, ohne mit dem Wachsthume ihre Farbe merklich zu verändern, und eine Menge neuer ſproßten üppiger, als gewöhnlich hervor *). Dieſe wichtigen Erfahrungen, ſagt Herr **Scherer**, nöthigen uns gerade zu, an einer Statt findenden Verbindung des Lichtes mit den Vegetabilien zu zweifeln. Allein es ſcheint hier mehr als wahrſcheinlich, daß dieſe Erfahrungen keinesweges die allgemeine Thatſache vom Einfluſſe des materiellen Lichtes auf die Vegetation umſtoßen, ſondern nur beweiſen, daß die Pflanzen ihren Lichtſtoff aus andern Subſtanzen, beſonders aus gewiſſen Gasarten zu ziehen im Stande ſind.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** an verſchiedenen Stellen. **Leonh. Eulers** Briefe über verſchiedene Gegenſtände aus der Naturlehre, aufs neue überſetzt mit Anmerkungen und Zuſätzen von **Fried. Kries.** B. I. Leipz. 1792. gr. 8. Brief 42. S. 240 u. f.

Lichtſtrahl ſ. **Licht.**

Lichtkegel ſ. **Strahlenkegel.**

Lichtträger ſ. **Phoſphoren.**

Linſengläſer, Glaslinſen, dioptriſche Linſen (lentes dioptricae, verres dioptriques) heißen Gläſer von kreisförmigem Umfange, welche entweder auf einer oder auf beiden Seiten eine kugelförmig erhabene oder hohle Krümmung beſitzen. Sie werden aus dazu ſchicklichen Glasſtücken geſchliffen und gehörig polirt. Man ſuchte ihnen auch ſonſt andere, vorzüglich elliptiſche und paraboliſche Geſtalten zu geben, um dadurch die Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgeſtalt zu vermeiden. Da man aber die Abſicht nicht erreichen konnte, ſo hörte man auch auf, mehrere

*) Aphorismen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen, a. d. Latein. von Fiſcher. Leipz. 1794. S. 123 f.

rere dergleichen zu verfertigen. Man ſehe **Abweichung, dioptriſche.**

Wenn die Glaslinſe auf beiden Seiten erhaben iſt, ſo nennt man ſie ein **Converglas** (lens vtrinque conuexa, verre convexo-convexe); iſt ſie nur auf der einen Seite erhaben, und auf der andern völlig eben, ſo heißt ſie ein **Planconverglas** (lens plano-conuexa, verre plan-convexe); iſt endlich das Glas auf der einen Seite erhaben, und auf der andern hohl, doch ſo, daß der Halbmeſſer der erhabenen Seite kleiner als der der hohlen Seite iſt, ſo nennt man das Glas einen **Meniskus oder Mond** (meniſcus, lunula, méniſque). Dieſe drey Arten von Linſengläſern haben das gemein, daß ſie in der Mitte dicker, als gegen den Rand zu ſind; ſie werden unter dem gemeinſchaftlichen Nahmen **erhabene Linſengläſer** oder **Convergläſer** (lentes conuexae, verres convexes) begriffen.

Wenn ein Glas ſo geſchliffen, daß es auf beiden Seiten hohl iſt, ſo nennt man es ein **Concavconcavglas** (lens vtrinque concaua, verre concavo-concave); iſt es hingegen nur auf der einen Seite hohl und auf der andern eben, ſo heißt es ein **Planconcavglas** (lens plano-concaua, verre plan-concave); iſt es endlich auf der einen Seite erhaben und auf der andern hohl, doch ſo, daß der Halbmeſſer der erhabenen Seite größer als der der hohlen iſt, ſo wird es ein **Concavoconverglas** (lens concauo-conuexa, verre concavo-convexe) genannt. Dieſe drey Arten von Linſengläſern, welche in der Mitte dünner als gegen den Rand zu ſind, begreift man unter dem gemeinſchaftlichen Nahmen **Hohlgläſer, Hohllinſen** (lentes concauae, verres concaves).

Bey allen dieſen Arten von Glaslinſen heißt diejenige gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt derſelben geht, und auf den Krümmungen oder ebenen Flächen der Seitenflächen ſenkrecht ſteht, **die Axe der Linſen.** In dieſem

Falle

Falle ſagt man alsdann, daß die Glaslinſen richtig centriret ſind.

Wenn eine Glaslinſe richtig centriret iſt, ſo ſind die Flächen um den Mittelpunkt mit einander parallel. Iſt daher die Dicke des Glaſes nicht beträchtlich, ſo kann auch ohne merklichen Fehler angenommen werden, **daß jeder auf die Mitte fallender Strahl ungebrochen durch die Linſe hindurchgehe.** Man nennt einen ſolchen Strahl auch wahl den **mittleren Strahl** oder den **Hauptſtrahl.**

Es iſt ſonſt auch der Ausdruck nicht ungewöhnlich; eine Glaslinſe ſey zweyzöllig, dreyzöllig, zweyfüßig u. ſ. w. wenn die Durchmeſſer beider Krümmungen der auf beiden Seiten erhabenen oder hohlen Gläſer zwey Zoll, drey Zoll, zwey Fuß u. ſ. w. betragen. Wenn die beiden Seiten der Glaslinſen verſchiedene Halbmeſſer zu ihren Krümmungen haben, wie beym Meniskus und Concavconvexglaſe allemahl, ſo iſt dieſe Benennung nicht mehr ſchicklich.

Es ſey (fig. 46.) l ein leuchtender Punkt in der Axe lc, welcher den Strahl ld auf eine brechende Kugelfläche wirft, wozu der Mittelpunkt c gehöret, ſo läßt ſich aus der bekannten Lage des einfallenden Strahls ld gegen die Axe lc, nebſt dem Brechungsverhältniſſe $= \mu : \nu$ die Lage des gebrochenen Strahls dm finden. Die Ebene des Dreyecks ldc ſchneidet die Kugel durch den Mittelpunkt, auf welcher folglich zugleich der Bogen gdba als ein Stück von einem größten Kreiſe auf der Oberfläche der Kugel und der gebrochene Strahl dm liegt. Man ziehe den Halbmeſſer cd, und verlängere ſelbigen nach e, ſo iſt ed auf dem Bogen gdba ſenkrecht, und daher das Einfallsloth und der Winkel lde $=$ cdf $= \alpha$ der Neigungswinkel. Nun hat man $\sin. \alpha : \sin. \beta = \mu : \nu$, mithin den Sinus des gebrochenen Winkels oder $\sin. \beta = \dfrac{\nu . \sin. \alpha}{\mu}$, woraus ſich nach den Tafeln der Winkel β finden läßt. Setzt man alſo dieſen an cd bey d, ſo ergibt ſich die Linie dm oder die Lage des gebrochenen Strahls.

Weil

Weil hier die brechende Fläche eine Glasfläche iſt, in welche der Lichtſtrahl aus der Luft übergehet, ſo iſt $\mu : \nu = 3 : 2$, mithin ſin. $\beta = \frac{2}{3}$ ſin. α, wofür ſich, wenn α nicht über 30° beträgt, ohne merklichen Fehler $\beta = \frac{2}{3}\alpha$ ſetzen läßt. Man hat demnach in dieſem Falle nur nöthig, zwiſchen den Schenkeln df und dc des Winkels fdc einen Bogen mit willkürlichem Halbmeſſer zu verzeichnen, dieſen in drey Theile zu theilen, und für den Winkel β zwey Theile als das Maß desſelben zu nehmen.

Noch allgemeiner kann man die Brechung des Lichtes in Kugelflächen durch folgende Rechnung beſtimmen:

Nimmt man den Winkel bcd $= \gamma$, den Halbmeſſer cd $=$ cb $=$ r, und der gebrochene Strahl dm ſchneide die Axe lc in p, ſo wird der Winkel dpb $= \gamma - \beta$, und in dem Dreyecke cdp hat man r : cp $=$ ſin. $(\gamma - \beta)$: ſin. β, alſo cp $= \frac{r \,.\, \text{ſin.}\, \beta}{\text{ſin.}\, (\gamma - \beta)}$. Je näher der auffallende Strahl ld dem Punkte b kömmt, deſto kleiner werden die Winkel α, β, γ, und deſto näher wird ld $=$ lb. Fällt der Strahl ganz nahe bey b, ſo ſind nun dieſe Winkel ſehr klein, und man kann ohne merklichen Fehler ld $=$ lb annehmen; alsdann verhalten ſich aber auch dieſe Winkel wie ihre Sinus, oder auch wie die Bogen, welche zwiſchen den Schenkeln dieſer Winkel mit dem Halbmeſſer $= 1$ ſind beſchrieben worden, und es iſt nun cp $= \frac{r \,.\, \beta}{\gamma - \beta}$ und $\beta = \frac{\nu}{\mu} . \alpha$, mithin auch $\frac{\beta}{\gamma - \beta} = \frac{\nu \alpha}{\mu \gamma - \nu \alpha}$ und cp $= \frac{\nu r \alpha}{\mu \gamma - \nu \alpha}$. Weil ferner der Winkel ldc $= 180° - \alpha$, ſo iſt ſin. $\gamma = \frac{\text{ld} \,.\, \text{ſin.}\, \alpha}{\text{lc}}$, weil nämlich lc : ld $=$ ſin. α : ſin. γ iſt, oder, wenn die Winkel α, γ ſehr klein ſind, wie hier vorausgeſetzet wird, $\gamma = \frac{\text{ld} \,.\, \alpha}{\text{lc}} = \frac{\text{lb} \,.\, \alpha}{\text{lc}}$, alſo wird cp $=$

$\frac{\nu . r . \alpha}{\mu\alpha\,(lb : lc) - \nu\alpha} = \frac{\nu . r\alpha}{\mu\,((lb : lc) - \nu)\,\alpha} = \frac{\nu r}{\mu\,(lb : lc) - \nu} = \frac{\nu r . lc}{\mu . lb - \nu . lc}$. Setzt man nun noch $lb = \delta$, folglich $lc = lb + bc = \delta + r$, ſo ergibt ſich $cp = \frac{\nu r\,(\delta + r)}{\mu\delta - \nu\,(\delta + r)} = \frac{\nu r\,(\delta + r)}{(\mu - \nu)\,\delta - \nu r}$. Weiter iſt $pb = cp + cb$ oder die Entfernung des Punktes p von der brechenden Kugelfläche $= \frac{\nu r\,(\delta + r)}{(\mu - \nu)\,\delta - \nu r} + r = \frac{\mu\delta r}{(\mu - \nu)\,\delta - \nu r}$. Dieſe Formel gibt für die Brechung aus Luft in Glas, wo $\mu = 3$ und $\nu = 2$ iſt,

$$pb = \frac{3\delta r}{\delta - 2r},$$

woraus ſich alles ableiten läßt, was von der Brechung des Lichtes durch eine Kugelfläche verlangt wird. Es genüget hier, einige Beyſpiele zur Erläuterung anzuführen.

1. Sind die einfallenden Strahlen mit der Axe parallel, folglich $lb = \delta$ unendlich groß, ſo verwandelt ſich der Ausdruck $\frac{3\delta r}{\delta - 2r}$ in $\frac{3r\,\infty}{\infty - 2r} = \frac{3r\,\infty : \infty}{(\infty - 2r) : \infty} = \frac{3r}{1} = 3r$, oder ein jeder Strahl kommt nach der Brechung in einen Punkt der Axe zuſammen, welcher von der brechenden Fläche um drey Halbmeſſer derſelben entfernet iſt.

2. Wenn lb dem Durchmeſſer der Kugel gleich iſt, oder $\delta = 2r$, ſo iſt $\delta = 2r - o$, mithin pb unendlich groß, d. h. die gebrochenen Strahlen haben gar keinen Vereinigungspunkt, ſondern laufen nach der Brechung mit der Axe parallel.

3. Iſt lb kleiner als der Durchmeſſer, z. B. nur eben ſo groß als der Halbmeſſer, ſo wird $\delta - 2r = -r$, und $pb = \frac{3rr}{-r} = -3r$ oder negativ, d. h. die gebrochenen

Strah-

Strahlen werden divergent oder zerſtreuet. In dem angenommenen Beyſpiele fahren ſie ſo aus einander, als ob ſie von einem Punkte in der Axe herkämen, welcher vor der Kugelfläche um den dreyfachen Durchmeſſer entfernet liegt.

4. Iſt die Kugelfläche hohl, ſo hat der Halbmeſſer eine der vorigen entgegengeſetzte Lage, iſt folglich negativ oder $-r$, alſo auch $pb = -\frac{3\delta r}{\delta + 2r}$ negativ, oder die Strahlen werden ſo zerſtreuet, als kämen ſie aus einem vor der Kugelfläche liegenden Punkte her.

5. Haben die einfallenden Strahlen eine ſolche Lage, daß ſie hinter der brechenden Fläche mit der Axe zuſammenfallen, oder ſind ſie ſchon mit der brechenden Fläche convergent, ſo wird alsdann $bl = \delta$ negativ, und man erhält $bp = \frac{-3\delta r}{-\delta - 2r}$ $= \frac{3\delta r}{\delta + 2r}$. Dergleichen Strahlen bleiben bey einer erhabenen Kugelfläche, wo r poſitiv iſt, allemahl convergent; bey einer hohlen Fläche aber, wo r negativ iſt, laufen ſie mit der Axe parallel, wenn $\delta = 2r$, und werden divergent, wenn δ kleiner, als $2r$ iſt.

6. Wenn das Licht aus dem Glaſe in die Luft übergehet, ſo iſt das Brechungsverhältniß $= \nu : \mu = 2 : 3$, und man hat nur nöthig, in der allgemeinen Formel $\frac{\mu\delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}$ die Buchſtaben μ und ν zu verwechſeln, um daraus alles herzuleiten, was dabey Statt finden kann. Man hat nämlich

$$pb = \frac{\nu\delta r}{(\nu - \mu)\delta - \mu r} = -\frac{2\delta r}{\delta + 3r}.$$

Dieſer negative Werth zeigt, daß bey dieſer Brechung erhabene Kugelflächen die auseinander fahrenden Strahlen zerſtreuen. Für convergente Strahlen erhält man die Reſultate, wenn man δ negativ ſetzt, und für hohle Kugelflächen wenn r negativ genommen wird. So wird bey convergen-

ten Strahlen bey hohlen Kugelflächen ſo wohl δ als r negativ, und man hat

$$pb = \frac{\nu \delta r}{-(\nu - \mu)\delta + \mu r} = \frac{\nu \delta r}{(\mu - \nu)\delta + \mu r}$$

Wenn der Punkt p ein wirklicher Vereinigungspunkt der von dem leuchtenden Punkte 1 auf die erhabene Kugelfläche gefallenen und in ſelbiger gebrochenen Strahlen iſt, ſo würde es dem Auge, welches hinter p ſich befindet, eben ſo vorkommen, als wenn p ein leuchtender Punkt wäre; mithin iſt p ein Bild von 1, welches in dieſem Falle phyſiſch iſt, weil alle Strahlen von p wirklich ins Auge kommen. Liegt hingegen der Punkt p, wie nach n. 3, vor der brechenden Kugelfläche, ſo ſcheint es dem Auge, als wenn alle Strahlen, welche eigentlich von 1 aus die brechende Fläche erleuchten, von p herkämen, und hinter der brechenden Kugelfläche aus einander giengen; da alsdann in dieſem Falle der Punkt p wenigſtens ein geometriſches Bild iſt. In ſolchen Fällen, wo das Bild p des leuchtenden Punktes hinter der brechenden Kugelfläche liegt, nennt man es auch einen **Sammlungspunkt**; in ſolchen Fällen aber, wo das Bild des leuchtenden Punktes vor der brechenden Kugelfläche liegt, heißt es ein **Zerſtreuungspunkt**, weil alsdann die Strahlen, welche von dieſem Punkte auszugehen ſcheinen, hinter der brechenden Fläche divergent ſind.

Aus dieſem Angeführten wird es nun leicht ſeyn, die Brechung des Lichtes in den Linſengläſern zu beſtimmen: es ſey (fig. 47) lp die Axe der Linſe, 1 ein leuchtender Punkt in ſelbiger, und ld ein einfallender Strahl, ſo wird die Ebene des Winkels dlg durch beyder Kugeln Mittelpunkte gehen, und zugleich die Linſe in zwey gleiche Theile theilen, und der Bogen adbe ſo wohl als auch der Bogen afie werden Bogen größter Kreiſe auf der Oberfläche der Kugeln ſeyn, deren Halbmeſſer gd und hf ſind. Nun erhellet, daß der einfallende Strahl hinter der Vorderfläche ſo gebrochen werden müſſe, daß er mit der Axe in p zuſammenfiele; weil er aber in der Hinterfläche afe nochmahls gebrochen wird, ſo

fällt er mit der Axe in den Punkt q zuſammen. Da nun dieſes von allen aus l ſehr nahe bey b auffallenden Strahlen gilt, ſo iſt eigentlich q der Vereinigungspunkt aller von l auf a b e auffallenden Strahlen, oder das Bild von l.

Es iſt die Entfernung $lb = \delta$ des leuchtenden Punktes l von der Vorderfläche der Linſe nebſt den Halbmeſſern $hf = \varrho$ und $gd = r$, und dem Brechungsverhältniſſe für Luft und Glas $= \mu : \nu$ gegeben, man ſucht die Entfernung iq des Bildes p von der Hinterfläche der Linſe.

Für den Ort des Bildes p hat man $bp = \frac{\mu \delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}$, welches die in der Vorderfläche zum erſtenmahle gebrochenen Strahlen machen würden. Wenn nun der gebrochene Strahl dp die Hinterfläche der Linſe in f trifft, ſo wird er abermahls in die Lage fq gebrochen, und man findet $qi = \frac{\nu \cdot pi \cdot \varrho}{(\mu - \nu)\, pi + \mu \varrho}$. Setzt man ferner die Dicke des Glaſes $bi = \varepsilon$, ſo hat man alsdann $ip = bp - bi = bp - \varepsilon$, und es ergibt ſich $iq = \frac{\nu (bp - \varepsilon)\varrho}{(\mu - \nu)(bp - \varepsilon) + \mu \varrho}$. Weil aber die Dicke des Glaſes gewöhnlicher Maßen in Vergleichung mit den übrigen Linien, wofern die Linſe nicht eine ganze Kugel iſt, ſehr klein, ſo kann man ohne merklichen Fehler ε als eine verſchwindende Größe betrachten, und es wird daher $iq = \frac{\nu \cdot bp \cdot \varrho}{(\mu - \nu)\, bp + \mu \varrho}$. Da nun $bp = \frac{\mu \delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}$, ſo findet man

$$iq = \frac{\nu \mu \delta \varrho r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r} : \left(\frac{(\mu - \nu)\mu \delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r} + \mu \varrho\right)$$

$$= \frac{\nu \mu \delta \varrho r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r} : \left(\frac{(\mu - \nu)\mu \delta r + (\mu - \nu)\mu \delta \varrho - \nu r \mu \varrho}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}\right)$$

$$= \frac{\nu \mu \delta \varrho r}{((r + \varrho)(\mu - \nu)\delta - \nu \varrho r)\mu} = \frac{\nu \delta \varrho r}{(r + \varrho)\delta(\mu - \nu) - \nu r \varrho}$$

Iſt

Iſt nun die Linſe von Glas, durch welche das Licht aus Luft wieder in Luft übergehet, ſo iſt $\mu : \nu = 3 : 2$, und man hat

$$iq = \frac{2\delta r\varrho}{(r+\varrho)\delta - 2r\varrho}.$$

Dieſe Formel gibt unter den angenommenen Vorausſetzungen für alle Strahlen, welche von dem leuchtenden Punkte l zwiſchen b und d einfallen, einerley q, und ſo wird überhaupt alles Licht, welches in einem Lichtkegel enthalten iſt, deſſen Halbmeſſer der Grundfläche = bd, hinter der Linſe in dem Punkte q vereiniget, und dieſerwegen heißt auch der Punkt q der Vereinigungspunkt oder das Bild des leuchtenden Punktes l, iq die **Vereinigungsweite**, oder die **Entfernung des Bildes von der Linſe**. Wenn beyde Kugelſegmente, woraus die Linſe zuſammengeſetzet worden, gleich groß und von gleichen Kugeln ſind, ſo iſt alsdann $r = \varrho$, und man erhält $iq = \frac{2r^2\delta}{2r\delta - 2r^2} = \frac{r\delta}{\delta - r}$. Iſt in dieſem Falle δ kleiner als r, ſo wird nun iq negativ, oder es fällt der Punkt q vor die Linſe, d. h. die Strahlen laufen nach der Brechung ſo auseinander, als kämen ſie aus dem Punkte q vor dem Glaſe her; es iſt alſo der Punkt q nunmehr ein **Zerſtreuungspunkt** oder ein geometriſches Bild des leuchtenden Punktes l.

Wenn die einfallenden Strahlen mit der Axe parallel, oder unendlich groß ſind, ſo wird $iq = \frac{\nu r\varrho}{(\mu-\nu)(r+\varrho)}$, oder für Luft und Glas $= \frac{2r\varrho}{\varrho + r}$. Dieß iſt der Fall, wenn die einfallenden Strahlen von der Sonne herkommen; und weil ſie alsdann in ihrem Vereinigungspunkte brennen, ſo nennt man dieſen den Brennpunkt, und iq die Brennweite der Linſe. Bezeichnet man die Brennweite mit f, ſo iſt alsdann $f = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}$. M. ſ. **Brennweite**.

Der Ausdruck $iq = \frac{\nu \delta r \varrho}{(\mu - \nu)\delta(r+\varrho) - \nu r \varrho}$ gibt auch

$$iq = \delta . \frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r + \varrho)} : \left(\delta - \frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r + \varrho)}\right)$$

folglich $iq = \frac{\delta f}{\delta - f}$, d. h. die Entfernung des Bildes von der Glaslinſe iſt gleich dem Produkte der Brennweite in die Entfernung des leuchtenden Punktes dividirt durch die Entfernung weniger der Brennweite.

Wenn daher die Halbmeſſer der beyden Krümmungen einer Linſe bekannt ſind, ſo läßt ſich daraus die Brennweite, und aus dieſer nebſt der Entfernung des leuchtenden Punktes vom Glaſe die Entfernung des Bildes von demſelben beſtimmen. Es ſey z. B. bey einem biconvexen Glaſe der Halbmeſſer der einen Fläche = 6 Zoll, und der der andern = 8 Zoll, ſo iſt die Brennweite der Linſe $= \frac{2 . 6 . 8}{6 + 8} = 6\frac{6}{7}$ Zoll. Beträgt nun die Entfernung eines leuchtenden Punktes von der Linſe = 100 Zoll, ſo iſt die Entfernung des Bildes vom Glaſe $= \frac{100 . 6\frac{6}{7}}{100 - 6\frac{6}{7}}$ ungefähr $7\frac{1}{2}$ Zoll.

Iſt die Entfernung des leuchtenden Punktes vom erhabenen Linſenglaſe der doppelten Brennweite gleich, oder $\delta = 2f$, ſo iſt die Entfernung des Bildes eben ſo groß. Denn alsdann hat man $iq = \frac{2ff}{2f - f} = 2f$.

Bey einem Hohlglaſe iſt es am rathſamſten, ſogleich die Werthe $-f$ und $-iq$ zu ſuchen, welche ſogleich die Entfernungen des Glaſes von dem Zerſtreuungspunkte geben. Beym Concavconcavglaſe ſey der Halbmeſſer der einen Fläche = 4 Zoll, der der andern = 8 Zoll, ſo hat man $-f = \frac{2 . 4 . 8}{4 + 8} = \frac{64}{12} = 5\frac{1}{3}$ Zoll; und wenn der leuchtende Punkt

12 Zoll weit von dem Glaſe ſteht, wird $-iq = \frac{5\frac{1}{3} \cdot 12}{5\frac{1}{3} + 12}$ $= 3\frac{5}{9}$ Zoll, d. h. die Strahlen fahren ſo auseinander, als kämen ſie aus einem von $3\frac{5}{9}$ Zoll vor dem Glaſe gelegenen Punkte her.

Wenn der Punkt (fig. 48.) k von der Axe lq der biconvexen Glaslinſe ae um lk entfernet liegt, ſo werden alle Strahlen, welche aus dem Punkte k nahe bey dem Hauptſtrahl kt auf die Glaslinſe fallen, nach der zweymahligen Brechung aus dem Glaſe in die Luft in einerley Punkt t zuſammen kommen, welcher von der Hinterfläche der Linſe eben ſo weit entfernet iſt, als der Vereinigungspunkt q aller von l auf die Linſe fallenden Strahlen, wenn die ſcheinbare Entfernung des Punktes k von der Axe lq aus b geſehen, ſehr klein iſt. Denn in einem ſolchen Falle kann man ohne merklichen Fehler kſ = lb und ot = iq ſetzen.

Steht die Linie kl auf der Axe lq ſenkrecht, ſo ſieht man alsdann leicht, daß die Strahlen aller Punkte dieſer Linie hinter der Linſe wieder in Punkte zuſammenlaufen, welche ebenfalls in der geraden Linie tq liegen, ſo daß tq ein Bild der geraden Linie lk iſt. Man ſieht ferner, daß eben ſo von irgend einem andern ſichtbaren Gegenſtande, welches Licht auf die Linſe wirft, und deſſen ſcheinbare Größe aus der Mitte der Linſe geſehen ſehr klein, ein Bild dieſes Gegenſtandes hinter der Linſe entſtehen müſſe, welches demſelben in allen ähnlich, nur verkehrt iſt. Wäre alſo kl der ſichtbare Halbmeſſer oder Durchmeſſer des erleuchteten Objektes, ſo iſt alsdann qt der ſichtbare Halbmeſſer oder Durchmeſſer des Bildes, und es ſind die Dreyecke lmk und qmt einander ähnlich; demnach hat man lk : qt = lm : qm. Wäre nun die Dicke des Glaſes in Vergleichung mit den Halbmeſſern klein, ſo iſt alsdann beinahe lm = lb, und qm = qi, folglich kl : qt = lb : qi, d. h. die ſichtbaren, folglich auch die wahren Halbmeſſer oder Durchmeſſer des leuchtenden Objektes und des Bildes verhalten ſich zu einander, wie die Entfernungen derſelben vom Glaſe.

 Wenn

Wenn die Entfernung des Objektes von der Linſe $= \delta$, die Brennweite $= f$, und die Entfernung des Bildes $= x$ geſetzet wird, ſo bleibet auch $x = \frac{\delta f}{\delta - f}$. Iſt der Gegenſtand k l von der Linſe a e ſehr weit entfernet oder δ unendlich groß, ſo wird nun $x = f$, d. h. die Bilder unendlich entfernter Gegenſtände fallen in den Brennpunkt. Kömmt der Gegenſtand dem Glaſe näher, ſo rückt das Bild vom Brennpunkte weiter ab. Es kann alſo kein Bild dem Glaſe näher liegen als der Brennpunkt. Steht der Gegenſtand von der Linſe um eine Entfernung ab, welche der doppelten Brennweite gleich iſt, ſo wird auch $x = 2f$, oder ſein Bild iſt hinter dem Glaſe eben ſo weit entfernet, und eben ſo groß als der Gegenſtand. Wenn hingegen δ noch kleiner wird, folglich das leuchtende Objekt ſich dem Glaſe noch mehr nähert, ſo wird ſich das Bild weiter davon entfernen, und es wird gänzlich wegfallen, wenn $\delta = f$ iſt. Denn in dieſem Falle laufen die gebrochenen Strahlen mit einander parallel; daher auch der Satz, **Strahlen, welche aus dem Brennraume eines erhabenen Glaſes kommen, werden nach der Brechung unter einander parallel.** Würde $\delta < f$, oder der Gegenſtand rückte dem Glaſe noch näher, als die Brennweite beträgt, ſo wird alsdann x negativ, und es ergibt ſich $x = -\frac{\delta f}{\delta - f}$, d. h. alle die von einerley Punkten des Gegenſtandes ausgehenden Strahlen gehen nach der Brechung hinter dem Glaſe auseinander, und zwar ſo, daß ſie von einerley Punkte vor dem Glaſe herzukommen ſcheinen, welcher zwar anfänglich von dem Glaſe weit entfernet iſt, aber gar bald ſelbigem näher kömmt, wenn δ kleiner wird, und kein phyſiſches, ſondern nur ein geometriſches Bild iſt.

Würden die Strahlen auf das Glas ſo auffallen, daß ſie gehörig verlängert mit der Axe hinter demſelben zuſammenfielen, ſo würde alsdann δ negativ, und daher $x = \frac{\delta f}{\delta + f}$

allemahl

allemahl poſitiv; demnach gibt es hier allemahl ein Bild, welches aber dem Glaſe näher iſt, als die Fokuslänge.

Bey dem Planconvexglaſe iſt allemahl der eine Halbmeſſer unendlich groß, weil die eine Seite völlig eben iſt. Setzt man alſo in dem Ausdrucke $f = \frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r + \varrho)}$ den Halbmeſſer $\varrho = \infty$, ſo wird $f = \frac{\nu r}{\mu - \nu}$, und die Entfernung $x = \frac{\delta f}{\delta - f}$ wie bey dem Biconvexglaſe.

Bey dem Meniskus iſt der eine Halbmeſſer der hohlen Seite negativ und größer als der Halbmeſſer der erhabenen Seite. Wäre demnach ϱ negativ, ſo würde $f = \frac{-\nu \varrho r}{(\mu - \nu)(r - \varrho)}$ $= \frac{\nu \varrho r}{(\mu - \nu)(\varrho - r)}$ allemahl poſitiv, alſo hat der Meniskus einen wirklichen Brennpunkt, man mag dem Objekte die hohle oder erhabene Seite zukehren. In Anſehung des Abſtandes des Bildes hat der Meniskus mit dem **Biconvex-** und **Planconvexglaſe** einerley Eigenſchaften.

Es iſt folglich die allgemeine Eigenſchaft der erhabenen Gläſer, daß ſie die auffallenden Lichtſtrahlen weniger auseinanderfahrend oder mehr zuſammenfahrend machen. Dieſerwegen heißen ſie auch **Sammlungsgläſer.**

Was das Concavconcavglas betrifft, ſo ſind beyde Halbmeſſer r und ϱ negativ, mithin $f = \frac{\nu}{\mu - \nu} \cdot \frac{r}{-\varrho - r}$ $= -\frac{\nu}{\mu - \nu} \cdot \frac{r}{r + \varrho} = -\frac{2r}{r + \varrho}$ allemahl negativ. Auch iſt $x = -\frac{\delta f}{f + \delta}$ beſtändig negativ, ſo lange δ poſitiv bleibet. Iſt δ unendlich groß, oder die auffallenden Strahlen ſind unter ſich parallel, ſo werden ſie nach der Brechung ſo divergent, als ob ſie aus einem näher vor dem Glaſe lie-

genden Punkte ausgegangen wären, indem alsdann $x = -f$ iſt. Wird hingegen δ negativ, oder die Strahlen fallen convergirend auf die Linſe, ſo wird $x = \frac{\delta f}{f - \delta}$, daß alſo ſolche Strahlen 1. weniger convergirend werden, wenn δ kleiner als f iſt, 2. parallel werden, wenn $\delta = f$, und endlich 3. gar divergent ausgehen, wenn δ größer als f iſt. Der zweyte Fall gibt den Satz: **Strahlen, welche nach dem Brennpunkte eines Hohlglaſes zu convergiren, laufen nach der Brechung mit einander parallel.**

Beym Planconcavglaſe iſt der eine Halbmeſſer unendlich groß, und der andere negativ, mithin bleibt auch $f = -\frac{\nu r}{\mu - r}$ negativ und $x = -\frac{\delta f}{\delta + f}$ ebenfalls negativ, wie beym Concavconcavglaſe.

Beym Concavconvexglaſe iſt der Halbmeſſer der hohlen Seite ebenfalls negativ, aber kleiner als der Halbmeſſer der erhabenen Seite. Nimmt man demnach ϱ negativ, ſo bleibt $f = -\frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r - \varrho)}$ negativ. Die übrigen Eigenſchaften ſind völlig einerley mit den Eigenſchaften der übrigen beyden Hohlgläſer.

Wegen der allgemeinen Eigenſchaft, die Strahlen mehr zu zerſtreuen oder doch ihre Convergenz zu ſchwächen, werden die Hohlgläſer **Zerſtreuungsgläſer** genannt.

Carteſius *) zeigt, daß wenn man das Verhältniß der großen Axe einer Ellipſe zu der Entfernung der Brennpunkte dem Verhältniſſe der Brechung aus Luft in Glas gleich nimmt, alsdann die Strahlen, welche parallel mit der Axe auf das gläſerne elliptiſche Sphäroid fallen, nach dem entfernten Brennpunkte hin gebrochen werden. Die Hyperbel hat in Rückſicht hohler Flächen eben dieſelben Eigenſchaften. Hierdurch ließen ſich Linſen mit elliptiſchen oder hyperboliſchen Flächen angeben, welche alle mit der Axe parallele Strahlen

*) Dioptr. cap. 8.

Strahlen genau in q vereinigten. Allein für ſchiefe Strahlen, welche von leuchtenden Punkten außer der Axe herkommen, würde die Abweichung dabey noch größer werden, und doch die weit beträchtlichere Abweichung wegen der Farben nicht weggeräumet seyn. Daher auch dergleichen Linſengläſer weiter nicht in Gebrauch gekommen ſind.

Es ſey der Glanz des leuchtenden Objektes kl gegeben, welches ſein Licht auf das Sammlungsglas ae ſendet, man ſoll die Erleuchtung des deutlichen Bildes ſuchen, welches die gebrochenen Strahlen darſtellen.

Wenn man mit dem Halbmeſſer ml oder wegen der geringen Dicke des Glaſes mit $bl = ml$ eine Kugelfläche beſchreibet, ſo wird, weil der ſcheinbare Durchmeſſer kbl hier ſehr klein angenommen wird, das Stück dieſer Kugelfläche, welches zwiſchen den ſcheinbaren Grenzen des leuchtenden Objektes enthalten iſt, mit einer in l auf kl ſenkrechten Fläche beynahe einerley. Dieß Kugelſtück ſey alſo kl, und die Fläche deſſelben $= E^2$, die Entfernung $ml = bl = \delta$, ſo iſt die ſcheinbare Größe aus b geſehen $= \frac{E^2}{\delta^2}$. Auf die Vorderfläche der Linſe fällt nun ſo viel Licht, als die kreisförmige Grundfläche des Segments auffangen würde, deſſen Figur mit der Vorderfläche der Linſe übereinkömmt; auf dieſen Kreis würde aber das Licht an allen Stellen beynahe ſenkrecht auffallen. Es ſey demnach die halbe Breite der Linſe $= \alpha$, die darauf fallende Lichtmenge $= M$ und der Glanz der leuchtenden Fläche $= \mathfrak{l}$, ſo iſt nach Gründen der Photometrie $M = \frac{E^2 . \mathfrak{l} . \alpha^2}{\delta^2}$, Ferner ſey die Fläche des deutlichen Bildes $= \varepsilon^2$, die Erleuchtung deſſelben $= n$, ſo iſt $n = \frac{M}{\varepsilon^2} = \frac{E^2 . \mathfrak{l} . \alpha^2}{\delta^2 \varepsilon^2}$. Endlich ſey $iq = x$, ſo wird $\frac{E^2}{\delta^2} = \frac{\varepsilon^2}{x^2}$, mithin auch $\frac{E^2}{\varepsilon^2} = \frac{\delta^2}{x^2}$, und man findet $n = \frac{\mathfrak{l} . \alpha^2}{x^2}$. Wird die Entfernung des leuchten-

den Objektes von der Linſe unendlich groß, wie dieß der Fall bey dem Sonnenlichte iſt, ſo wird $x = f$ oder gleich der Brennweite, demnach die Erleuchtung des Brennraumes $= \frac{\text{ſ}.\alpha^2}{f^2}$.

Wenn mit der Linſe ein Collectivglas verbunden iſt, ſo kann M die auf das vordere Glas fallende Lichtmenge, und ε^2 die Fläche des Bildes hinter dem Collektivglaſe bezeichnen, alsdann iſt dieſes Bildes Erleuchtung $= \frac{M}{\varepsilon^2}$, und $n = \frac{E^2.\text{ſ}.\alpha^2}{\delta^2.\varepsilon^2}$. Ferner ſey beyder Gläſer Entfernung von einander $= \beta$, des vordern Glaſes Brennweite $= f$, und $\beta < f$. Für das Collektivglas ſey die Brennweite $= \varphi$, und des Bildes Abſtand vom Glaſe $= z$, ſo muß in der allgemeinen Formel $z = \frac{\delta\varphi}{\delta - \varphi}$ ſtatt δ die Entfernung — $(f - \beta)$ angenommen werden, und man erhält $= \frac{(f-\beta)\,\varphi}{f - \beta + \varphi}$. Das Bild, welches das vordere Glas machen würde, iſt für das Collektivglas als das leuchtende Objekt zu betrachten: wenn man alſo die Fläche jenes Bildes, welches das andere Glas machen würde, $= \lambda^2$ ſetzt, ſo hat man $\frac{E^2}{\delta^2} = \frac{\lambda^2}{f^2}$, alſo $\frac{E^2}{\lambda^2} = \frac{\delta^2}{f^2}$, und eben ſo $\frac{\lambda^2}{\varepsilon^2} = \frac{(f-\beta)^2}{z^2}$. Daher erhält man $\frac{E^2}{\varepsilon^2} = \frac{\delta^2\,(f-\beta)^2}{f^2.z^2}$, und wenn man für z den gefundenen Werth ſetzet, $\frac{E^2}{\varepsilon^2} = \frac{\delta^2\,(f - \beta + \varphi)^2}{\varphi^2.f^2}$, alſo ferner die Erleuchtung des Brennraums oder $n = \frac{\text{ſ}.\,(f - \beta + \varphi)^2}{\varphi^2.f^2}$.

Betrachtet man das Objekt k l durch das linſenförmige Glas a e, ſo erhellet ganz leicht aus dem bisher Angeführten, daß dieß eben ſo viel iſt, als ob das Auge das Bild q t ſähe. Denn geſetzt auch, das Bild wäre nicht da, oder es befände ſich erſt hinter dem Auge, ſo gehen doch die ins Auge kommenden Strahlen ſo, als ob ſie vom Bilde herkämen, oder dasſelbe hinter dem Auge noch entwerfen wollten.

Betrachtet man das Objekt durch eine Hohllinſe (fig. 49.) a e, ſo bedeutet dieß eben ſo viel, als ob man das vor der Linſe liegende Bild q t ſähe, indem von ſelbigem die Lichtſtrahlen ins Auge zu kommen ſcheinen. Weil hierbey vermöge der Geſetze der Brechung das Bild jederzeit der Linſe näher ruckt als das Objekt ſelbſt iſt, ſo muß es auch kleiner als dieſes ſeyn. Es ſieht demnach das Auge das Objekt verkleinert, aufrecht und deutlich, wenn das Auge in der Entfernung o t ohne Glas eine Sache deutlich ſehen kann.

Wenn hingegen das Objekt durch ein erhabenes Glas betrachtet wird, ſo kann man folgende Fälle unterſcheiden.

1. Liegt der Gegenſtand von der Linſe weiter, als die Brennweite beträgt, ſo fällt hinter demſelben das verkehrte Bild (fig. 48.) q t. Hierbey kann nun das Auge

   a. entweder zwiſchen der Linſe und dem Bilde liegen, da es zwar den Gegenſtand aufrecht und vergrößert aber undeutlich ſiehet, weil ſich die convergirenden Strahlen noch nicht vereiniget haben, mithin das Bild des Gegenſtandes nur unvollkommen auf die Netzhaut fallen kann;

   b. oder im Orte des Bildes ſelbſt ſeine Stelle haben. Hier können ſich nur von einem Punkte des Gegenſtandes im Auge die Strahlen ſammeln, mithin ſieht es gar nichts, als die Farbe dieſes Punktes, die ſich über das ganze Glas als ein Schimmer verbreitet.

   c. oder endlich hinter dem Bilde ſich befinden. In dieſem Falle ſieht das Auge den Gegenſtand verkehrt und deutlich, wenn das Auge vom Bilde ſo weit entfernet

iſt,

iſt, als es zum deutlichen Sehen nöthig; und zwar groß, wenn es dem Auge nahe liegt, verkleinert aber, wenn es weiter davon entfernet iſt.

2. Befindet ſich der Gegenſtand gerade im Brennpunkte, ſo ruckt das Bild in eine unendliche Entfernung. Von weitſichtigen Perſonen wird es alsdann aufrecht und deutlich geſehen.

3. Iſt das leuchtende Objekt dem Glaſe noch näher, als die Brennweite beträgt, ſo erſcheinet ſelbiges dem Auge aufrecht und deutlich, wenn es in der Entfernung des Bildes vom Auge für ſich deutlich ſiehet. Auch iſt das Bild in dieſem Falle vergrößert.

Der erſte, welcher die Lehre von den Vereinigungspunkten ſphäriſcher Linſengläſer vollſtändig abgehandelt hat, iſt D. **Barrow** [α]). Es ſind zwar ſchon längſt die Linſengläſer im Gebrauche geweſen, noch ehe die Theorie entwickelt war, man beſtimmte aber ihre Wirkung in den meiſten Fällen durch Erfahrung. Erſt nach Erfindung der Fernröhre wurden einzelne theoretiſche Sätze in Anſehung der Linſengläſer durch **Kepler** und **Cavallerie** entdecket. **Carteſius** machte das Geſetz der Strahlenbrechung zuerſt bekannt, allein in Anſehung der Geſetze der Brechung des Lichtes in Linſengläſern hat er weiter nichts geleiſtet. Analytiſch für Fälle, wo die Strahlen nahe an der Axe der Linſen einfallen, hat ſie **Halley** [β]) zuerſt unterſuchet. Nachher ſind die Lehren derſelben ganz allgemein durch die Herrn **Käſtner**, **Euler**, **Karſten**, **Klügel** u. a. vorgetragen worden.

Liquoren (liquores, liquida, liqueurs, liquides). Mit dieſem Nahmen bezeichnet man überhaupt die tropfbaren Flüſſigkeiten, als Waſſer, Oel, Queckſilber u. dergl. Vorzüglich aber gebrauchet man doch dieſe Benennung nur bey ſolchen tropfbaren Flüſſigkeiten, welche in einem hohen Grade flüſſig ſind, als z. B. Weingeiſt und überhaupt alle geiſtige

α) Lectiones opticae. Lond. 1674. 4.
β) Philoſoph. transact. Nov. 1693.

geiſtige flüſſige Produkte u. ſ. f. Bey mehr verdickten Flüſſigkeiten, wie z. B. Syrupen, verdickten Oelen u. ſ. f. pflegt man nicht gern den Ausdruck Liquoren zu gebrauchen.

Locker ſ. **Dünn.**

Lothrecht, ſenkrecht, bleyrecht, perpendikulär, vertikal, normal (verticale, vertical, à plomb). In der Geometrie heißt eine Linie oder Ebene ſenkrecht auf einer andern Ebene, wenn alle gerade Linien in dieſer Ebene, welche durch den Durchſchnittspunkt der Linie mit derſelben gehen, mit der geraden Linie rechte Winkel machen, oder der Neigungswinkel beyder Ebenen gegen einander ein rechter Winkel iſt.

In der Naturlehre verſteht man vorzüglich unter einer vertikalen Linie oder Ebene eine ſolche, welche mit der Horizontalfläche eines Ortes oder mit der Oberfläche des ſtill ſtehenden Waſſers rechte Winkel macht. Vermöge der Erfahrung iſt eine ſolche Linie die Richtung der Schwere. Dieſe Linie aufwärts gehörig verlängert, trifft an der ſcheinbaren Himmelskugel den Scheitelpunkt, daher die Nahmen der **Vertikallinie** oder **Scheitellinie, Vertikalfläche** oder **Scheitelfläche** entſtanden ſind. Unterwärts verlängert hingegen würde ſie bei Vorausſetzung einer vollkommenen Erdenkugel durch den Mittelpunkt derſelben gehen. Ob nun gleich in aller Strenge dieß nicht Statt hat, ſo läßt ſich doch in den meiſten Fällen die Kugelgeſtalt der Erde ohne merklichen Fehler annehmen. M. ſ. **Erdkugel.**

Eine ſolche Vertikallinie wird in der Ausübung durch das ſo genannte **Bleyloth** oder **Senkbley** beſtimmt, worauf ſich in der praktiſchen Geometrie und Aſtronomie ſehr viele Inſtrumente gründen. Hierbey hat man jedoch noch beſondere Rückſicht auf Lokalumſtände zu nehmen, indem das Bleyloth in der Nähe beträchtlich großer Berge von der vertikalen Linie in etwas abgelenket wird.

Loupen ſ. **Mikroſkop.**

Loxodromie, loxodromiſche Linie (loxodromia, linea loxodromica, loxodromie, ligne loxodromique)

heißt

heißt in der Lehre der Schifffarth eine krumme Linie, welche alle Meridiane unſerer Erde unter einerley Winkel ſchneidet. Der Schiffer ſegelt gewöhnlich von einem Ort zum andern, wofern es möglich iſt, nach einerley Compaßſtrich, und in einem ſolchen Falle wird nun der Weg, welchen das Schiff nimmt, eine loxodromiſche Linie beſchreiben. Segelt z. B. ein Schiffer beſtändig nach Südweſt, ſo durchſchneidet der Weg des Schiffs alle Meridiane, durch welche es gehet, unter dem Winkel von 45°. Der Weg dieſes Schiffs iſt kein Kreis, außer in den wenigen Fällen, wo das Schiff entweder im Aequator oder unter einerley Parallelkreiſe fortſegelt, ſondern vielmehr eine krumme Linie von eigener Beſchaffenheit, welche die Meridiane unter einem ſchiefen Winkel ſchneidet, und dieſerwegen **loxodromiſche Linie** (von λοξος, ſchief und δρομος, Lauf) genannt wird. Es iſt dieſe Linie keine von denjenigen krummen Linien, welche den Alten bekannt geweſen ſind. Die Mathematiker haben noch zu Anfange des 17ten Jahrhunderts viel Schwierigkeit gefunden, ſie zu verzeichnen, und zum Gebrauche anzuwenden. **Jakob Bernoulli** α) hat durch Hülfe der Rechnung des Unendlichen gezeiget, wie man ſich bey der ſphäriſchen Erde dieſerwegen zu verhalten habe. Und die Beſchaffenheit der Loxodromie auf den Sphäroid haben **Colin Maclaurin** β), **Walz** γ) und andere unterſuchet. Es iſt dieſe Curve eine logarithmiſche Spirallinie, welche ſich in unzählbaren Windungen um den Pol ſchlingt, ohne ihn je zu erreichen. Je größer der Winkel iſt, unter welchem der Weg des Schiffs die Meridiane ſchneidet, deſto größer iſt auch der Umfang dieſer Linie, und deſto langſamer die Annäherung an den Pol.

Nach der Regel iſt der Weg, welchen der Seefahrer nimmt, loxodromiſch. Um aber denſelben nach einem beſtimmten Orte nehmen zu können, hat der Schiffer Seekar-

ten

α) Opp. no. 42. no. 90. §. 50. no. 91.
β) Treat. of fluxions. §. 896.
γ) Acta erudit. Lipſ. Maj. 1741.

ten nöthig, welche ihm zeigen, wie er ſich dabey mit Hülfe des Compaſſes zu verhalten habe. Auf dieſen Seekarten ſind die loxodromiſchen Linien gerade Linien, welche nach den gewöhnlichen Projektionsarten krumm ausfallen würden; dieſerwegen werden auch die Parallelkreiſe und Mittagskreiſe auf ſelbigen durch gerade Linien vorgeſtellet, welche auf einander ſenkrecht ſind. Eigentlich ſollten nun die Grade der Parallelkreiſe gegen die Pole zu abnehmen, wenn die Grade der Meridiane gleich bleiben; allein man läßt bey den Seekarten die Grade der Parallelkreiſe durchaus von einerley Größe, und läßt die Grade der Meridiane in eben dem Verhältniſſe wachſen, in welchem die Grade der Parallelkreiſe hätten abnehmen ſollen. Daher verhält ſich auf den Seekarten der Grad des Parallelkreiſes in der gegebenen Breite zum Grade des Meridians, wie der Coſinus der Breite zum Sinus totus, oder auch wie der Sinus totus zur Sekante der Breite. Dieſe Karten heißen daher Seekarten mit **wachſenden Graden** oder **wachſenden Breiten**, auch **reducirte**, **Mercators** oder **Wrights** Karten. **Gerhard Mercator** zu Löwen brachte ſie im Jahre 1550 zuerſt zur Ausführung, und der Engländer **Eduard Wright** [α]) gab ihre Theorie genauer an. Einen kleinen Atlas von Seekarten hat **Brouckner** [β]) geliefert. Wie der Schiffer auf ſeiner Karte den Weg zur See zu finden habe, den er nehmen muß, um von einem Orte zum andern hin zu ſegeln, gibt unter andern Herr **Bode** [γ]) weitere Anleitung.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der mathematiſchen Geographie §. 70.

Luft (aer, air) iſt im ganz eigentlichſten Verſtande diejenige unſichtbare, durchſichtige, ſchwere und permanent elaſtiſche flüſſige Materie, welche unſere Erde allenthalben umgibt. Man nennt ſie auch **gemeine** oder **atmoſphäriſche**

α) Certain errors in Navigation detected and corrected. 2d edit. Lond 1657.

β) Nouvel Atlas de marine composé d'une carte générale et de 12 cartes particulières, approuvé par l'Acad. des ſcienc. à Berlin 1749.

γ) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 656 f.

riſche **Luft**, und war ſonſt die einzige, die man aus der Erfahrung kannte. In den neuern Zeiten aber hat man mehrere Arten von ſolchen permanent elaſtiſchen Flüſſigkeiten entdeckt, welche man überhaupt unter den Nahmen **Luft, Luftarten, Gas, Gasarten** begreift. Von den chemiſchen Eigenſchaften aller der bekannten Gasarten iſt bereits unter dem Artikel **Gas** u. ſ. hinlänglich geredet worden. Im gegenwärtigen Artikel ſollen nun alle die phyſiſchen Eigenſchaften derſelben angegeben werden. Am beſten laſſen ſich dieſe, welche allen expanſiblen Flüſſigkeiten zukommen, an der atmoſphäriſchen Luft beobachten. Alles alſo, was ſich von dieſer ſagen läßt, gilt von allen andern Luftarten, welche auch eben ſo durch ihre Gewicht und ihre Expanſibilität wirken würden, wenn ſie an der Stelle der gemeinen Luft die Atmoſphäre um die Erde bildeten.

Wenn man eine flache Hand oder ſonſt eine Fläche ſchnell gegen das Geſicht bewegt, ohne es zu berühren, ſo fühlt man, daß etwas ans Geſicht ſtößt, welches wir **Wind** nennen. Ja die Erfahrung lehret, daß durch ſelbige oftmahls die ſtärkſten befeſtigten Körper umgeriſſen werden. Daraus ſchließen wir das Daſeyn der Luft. Stürzt man ferner die Oeffnung eines leeren Trinkglaſes auf die Oberfläche des in einem Gefäße befindlichen Waſſers ſo, daß der ganze Umfang der Oeffnung des Glaſes zugleich die Oberfläche des Waſſers berühret, ſo wird ſich beym Niederdrücken deſſelben der innere Raum nicht in gleicher Höhe mit Waſſer anfüllen, als es im Gefäße ſtehet, welches doch nach den Geſetzen der Hydroſtatik erfolgen müßte, wenn der innere Raum des Glaſes ganz leer wäre. Es muß alſo etwas Materielles im Glaſe ſeyn, welches dem weitern Eindringen des Waſſers Widerſtand thut. Aehnliche Erfahrungen beweiſen allgemein die Exiſtenz einer unſichtbaren materiellen Subſtanz von der unterſten Stelle der Erde an bis auf die höchſten Berge; woraus wir mit Gewißheit ſchließen können, daß unſere Erde überall eine durchſichtige Materie umgibt, welche wir **Luft** nennen.

Daß

Daß die Luft elaſtiſch ſey, läßt ſich ebenfalls durch ſehr leichte Erfahrungen darthun. So würde bey dem eben beſchriebenen Verfahren mit dem Trinkglaſe kein Waſſer in ſelbiges dringen können, wenn die Luft nicht elaſtiſch und compreſſibel wäre. Je tiefer man das Glas unters Waſſer bringt, deſto mehr Gewalt muß man anwenden, um ſelbiges in der niedergedruckten Lage zu erhalten. Sobald aber das Glas nicht mehr gehalten wird, ſo wird es ſich neigen und umfallen, zugleich fahren aber auch Luftblaſen in die Höhe, welche auf der Oberfläche des Waſſers zerplatzen. Es muß ſich alſo die im Glaſe zuſammengepreßte Luft wieder ausdehnen, wodurch dieſe Erſcheinung zuwege gebracht wird. Wenn gleich anfänglich das Glas ſchief gegen die Oberfläche des Waſſers gebracht wird, ſo daß die Luft ausweichen kann, ſo bleibt das Glas zuletzt im Waſſer ruhig ſtehen, und ſteigt in ſelbigem ſo hoch, als es außerhalb desſelben im Gefäße iſt. Daraus erhellet alſo, daß die Luft elaſtiſch ſey. Nach der dynamiſchen Lehre kann es überhaupt auch keine Materie geben, welche nicht elaſtiſch wäre. Die Elaſticität der Luft läßt ſich weder durch Kälte noch Druck, wie die Waſſerdämpfe, aufheben, und iſt daher permanent. Man ſetze ferner, es ſey (fig. 50.) abcd ein hohler meſſingener Cylinder, in welchem ein Stempel eg vermittelſt der Zugſtange gh hin und her beweget werden kann, jedoch ſo, daß zwiſchen dem Stempel und dem Cylinder keine Luft eindringen könne. Stößt man nun den Stempel von d gegen den Boden ab zu, ſo wird man einen Widerſtand fühlen, welcher deſto größer wird, je näher man mit dem Stempel gegen den Boden kömmt, und man wird nie im Stande ſeyn, den Stempel ganz auf den Boden zu bringen, vielmehr tritt er mit der Stange zurück, wenn dieſe nicht mehr gehalten wird. Dieſe Erſcheinung iſt ein Erfolg der expanſiven Kraft der Luft. Im Boden des Cylinders ſey eine kleine Röhre bey f damit verbunden, und mit dieſer Röhre ein anderes hohles Gefäß A. In dieſem Gefäße befindet ſich vermöge der Erfahrung Luft. Sobald

nun der Stempel in dem Cylinder ausgezogen wird, ſo wird dieſer luftleer, und die Luft in dem Gefäße wird ſich vermöge der Elaſticität ausbreiten, und ein Theil davon in den luftleeren Raum des Cylinders treten. Würde man nun den Stempel dergeſtalt wieder zurückſtoßen können, daß der in den Cylinder getretene Theil der Luft nicht wieder in das Gefäß A gelangen könnte, ſo würde man durch einen öfters wiederhohlten Aus- und Rückzug des Stempels das Gefäß A von der Luft zu befreyen deſto mehr im Stande ſeyn. Um dieſes nun zu erhalten, ſey die kleine Röhre im Boden des Cylinders mit einem Hahne verſehen, welcher doppelt durchbort iſt, theils damit ein Weg aus dem Gefäße durch den Hahn in den Cylinder, theils damit bey jedem Zurückzuge ein Weg aus dem Cylinder durch den Hahn in die äußere freye Luft offen iſt. Wenn alsdann der Weg aus dem Gefäße in den Cylinder verſchloſſen iſt, ſo wird man beym Zurückzuge des Stempels ein Ziſchen bemerken, welches die im Cylinder befindliche Luft, indem ſie in die äußere freye Luft getrieben wird, verurſachen muß. Hieraus folgt unläugbar, daß auch ſolche Luft, deren Dichtigkeit um ein beträchtliches geringer als die Dichtigkeit der uns umgebenden Luft im natürlichen Zuſtande iſt, noch immer ein Beſtreben behalte, ſich nach allen Seiten auszubreiten. Bey jedem Stempelzuge wird die im Gefäße befindliche Luft im ganzen innern Raume des Gefäßes und des Cylinders ausgebreitet; es bleibt aber immer noch Luft im Gefäße zurück, deren Dichtigkeit jedoch geringer iſt, als die Dichtigkeit derjenigen Luft, welche vor dem Stempelzuge in eben dem Gefäße enthalten war. Bey jedem Stempelzuge wird nämlich die im Gefäße A zurückgebliebene Luft in einen Raum ausgedehnet, welcher ſich zum Raume des Gefäßes A verhält, wie die Dichtigkeit der vor dem Auszuge des Stempels in A befindlichen Luft zu der Dichtigkeit der ausgedehnten Luft. Ueberhaupt nimmt die Dichtigkeit einer Maſſe Luft bey der Ausdehnung im Verhältniſſe der Räume, in welchen ſie ſich ausbreitet, ab.

Auch

Auch iſt die Luft eine ſchwere expanſible Flüſſigkeit, weil ſie ſonſt wegen ihrer Expanſibilität von unſerer Erde entfliehen würde. Sie muß alſo auch durch ihr Gewicht Druck ausüben. Höher liegende Luftſchichten müſſen demnach die darunter liegenden durch ihr Gewicht preſſen. Wenn alſo die ganze Maſſe Luft ſich ſelbſt überlaſſen im Gleichwichte iſt, ſo kann ihre Dichtigkeit nicht durchaus gleichförmig ſeyn; die untern Schichten müſſen wegen der Compreſſibilität der Luft und des Gewichtes der darüber liegenden Schichten in einen engeren Raum gepreßt, folglich dichter ſeyn; die Dichtigkeiten der Schichten müſſen alſo von oben herab immer größer werden. Mit der Zunahme der Dichtigkeit der tiefer liegenden Luftſchichten muß auch die ausdehnende Kraft derſelben zunehmen, und die abſolute Elaſticität jedes Theiles derſelben muß dem Gewichte der ganzen darüber ſtehenden Luftſäule proportional ſeyn. An der atmoſphäriſchen Luft wird dieſes durch Erfahrung beſtätiget. Wenn man eine nicht allzuweite gläſerne Röhre (fig. 51.) ab mit Waſſer füllt, und die obere Oeffnung a mit einem Finger verſchließt, ſo läuft aus der andern Oeffnung b kein Waſſer heraus. Sobald aber a geöffnet wird, ſo ſinkt auch den Augenblick das Waſſer durch die Oeffnung b vermöge der Schwere gegen den Boden. Die Urſache nun, warum bey der verſchloſſenen Oeffnung a das Waſſer durch b nicht abfließet, kann weder im Finger noch im Anhängen des Waſſers am Glaſe liegen, weil auch beym offenen Ende a das Anhängen des Waſſers Statt findet. Die Scholaſtiker ſuchten den Grund dieſer Erſcheinung in dem Abſcheu vor dem leeren Raume; es ziehe ſich nämlich das Waſſer in der Röhre zuſammen, um den leeren Raum zu vermeiden, welcher bey a entſtehen würde, wenn bey verſchloſſener Oeffnung das Waſſer abflöße. Allein mehrere Erfahrungen haben bewieſen, daß die Urſache, warum das Waſſer ſo lange in der Röhre bleibt, und alsdann erſt abfließt, wenn der Finger weggenommen wird, in dem Drucke der äußern Luft gegen die Waſſerfläche b liege. Stellt man ſich nämlich

lich die Röhre ſo vor, als ob unten bey b ein Boden ſich befände, ſo würde ſelbiger einen Druck leiden, welcher vom Gewichte einer Waſſerſäule herrühret, deren Grundfläche dem Boden, und deren Höhe der Waſſerhöhe gleich iſt; dagegen leidet auch dieſer Boden einen Gegendruck von der Luft, welcher ſo groß iſt, als der Druck einer Luftſäule, welche eben den Boden zur Grundfläche hat, und deren Höhe ſich bis an die äußerſte Grenze der Atmoſphäre erſtrecket. Die Röhre wird in a von dem Finger nur verſchloſſen, um den Druck der Luft von dieſer Seite abzuhalten. Bey geringem Nachdenken ließ ſich vermuthen, daß der Druck einer ſo hohen Luftſäule gemeiniglich noch größer ſey, als das Gewicht einer ſo kurzen Waſſerſäule, die in der Glasröhre zu gedenken iſt. Dieſe Vermuthung erhält völlige Gewißheit, wenn man Statt des Waſſers Queckſilber nimmt. Iſt alsdann die gläſerne Röhre über 28 Zoll lang, und an dem einen Ende verſchloſſen, hiernächſt mit Queckſilber gefüllt, und das offene Ende der Röhre in ein Gefäß mit Queckſilber geſtellt, ſo wird man finden, daß das Queckſilber in der Röhre über der Oberfläche des Queckſilbers im Gefäße in der Höhe von etwa 28 Zoll ſtehen bleibt. Sobald hingegen bey a ebenfalls geöffnet wird, ſo läuft auch das Queckſilber aus der Röhre. Hieraus erhellet deutlich, daß die Urſache dieſes Phänomens in dem Drucke der Luft zu ſuchen ſey, welcher nämlich im Stande iſt, einer Queckſilberſäule von 28 Zoll Höhe das Gleichgewicht zu halten. Die völlig überzeugende Gewißheit von der Urſache dieſer Erſcheinung gewähret die Luftpumpe; denn durch Wegnahme der Luft über der Fläche des Queckſilbers im Gefäße ſinkt das Queckſilber in der Röhre herab, und ſteigt nach Zulaſſung derſelben wieder zur vorigen Höhe.

Wenn die untere Oeffnung, wie (fig. 52.) bc weit iſt, ſo ſteht nun die Waſſerfläche bc nicht ſtille, die Luft kann daher in die höher liegenden Stellen eindringen, ſtört alſo das Gleichgewicht des Waſſers ſelbſt, deſſen Theile wegen der Verſchiebbarkeit ausweichen, und die Luft nach a aufſteigen

ſteigen laſſen, welches nun eben ſo viel iſt, als ob a offen wäre, und ſo fließt das Waſſer ſehr bald aus dem Gefäße ab. Iſt hingegen das Gefäß a b c mit einem Boden b c verſehen, welcher mit lauter kleinen Löchern durchſtoßen iſt, in welchen Luft und Waſſer ſich nicht ausweichen können, ſo wird bey der verſchloſſenen Oeffnung a aus dem durchlöcherten Boden kein Waſſer abfließen können, aber ſogleich ſich ergießen, wenn a geöffnet wird. Weil alſo die Luft als eine elaſtiſche flüſſige Materie nach allen nur möglichen Richtungen, nach welchen ſie gedruckt wird, widerſtehet, und einen Körper unter den erwähnten Umſtänden im Gleichgewichte erhalten kann, ſo ſieht man leicht, daß folgende im gemeinen Leben vorkommende Phänomene ſich hierauf gründen; es iſt nämlich daraus erklärbar; warum aus dem Hahne an einem Faſſe, deſſen Spundloch feſt zu geſchlagen iſt, nichts herauslaufen kann; warum aus einem Gefäße mit ſehr enger Oeffnung beym Umkehren nichts Flüſſiges abfließen könne; warum aus einem Glaſe bey umgekehrter Oeffnung, wenn ein Papier davor geleget wird, kein Waſſer ausläuft. Auch ſ. m. noch die Artikel: **Stechheber, Zauberbrunnen, Zaubertrichter.**

Alle dieſe Eigenſchaften der Luft ſind erſt um die Mitte des 17ten Jahrhunderts recht bekannt geworden. Die erſte Gelegenheit hierzu gaben **Galilei** und **Evangeliſta Torricelli.** M. ſ. **Barometer. Paſcal** und **Carteſius** zeigten hiervon die wichtigſten Erklärungen, und ſtürzten dadurch das ariſtoteliſche Syſtem. Noch mehr Beſtätigung erhielten dieſe Lehren durch die Erfindung der Luftpumpe, und wurden von **Boyle** und **Mariotte** erweitert, bis ihnen der Freyherr **von Wolf** die Geſtalt einer eigenen Wiſſenſchaft gab, welche ſeitdem einen anſehnlichen Theil der angewandten Mathematik ausmacht. M. ſ. **Aerometrie.**

Wenn der Druck der Luft von allen Seiten her gleich bleibet, ſo muß auch alles im Gleichgewichte bleiben, und es kann daher keine Bewegung erfolgen: ſobald aber nur auf der einen Seite der Druck größer oder kleiner wird, als

auf der andern, ſo kann auch der Ueberſchuß der beyden Drücke auf der einen Seite eine Bewegung hervorbringen. Auf dieſen Gründen beruhet die Einrichtung der verſchiedenen Heber und verſchiedener natürlicher und künſtlicher Brunnen. M. ſ. Heber.

Wenn Luft in einem Gefäße ſo eingeſchloſſen iſt, daß ſie auf keiner Seite ausweichen kann, und eine äußere Kraft wirkt auf ſelbige, um ſie in einen engern Raum zuſammen zu preſſen, ſo widerſtehet die Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft gerade ſo viel, nicht mehr, als die äußere Kraft ſie zuſammenpreſſen will, und zwar muß der Gegendruck der Luft nach allen Seiten hin ſich äußern, weil ſie eine flüſſige Materie iſt. Befände ſich alſo die Luft in einem eingeſchloſſenen Gefäße ſchon im zuſammengepreßten Zuſtande, ſo wird ſie auch mit eben der Kraft gegen die Wände dieſes Gefäßes drücken, mit welcher ſie in ſelbiges zuſammengepreßt wurde. Folglich iſt allemahl die abſolute Elaſticität der Luft der druckenden Kraft proportional. Weil nun die untere Schicht auf der Erdfläche der Atmoſphäre von den bis zur äußerſten Grenze über ihr liegenden Schichten gedrückt wird, mithin die Elaſticität und Dichtigkeit derſelben am größten iſt, ſo folget auch, daß die Elaſticität der unterſten Luftſchichte eben dieſe Wirkung hervorbringt als der geſammte Druck der über ihr befindlichen Luftſäule bis zur Grenze der Atmoſphäre. Je höher man in die Atmoſphäre hinauf kömmt, deſto geringer wird die Elaſticität und Dichtigkeit der Luft. Bey kleinen Luftſäulen z. B. in Zimmern, Gefäßen u. dergl. kann der Unterſchied der Elaſticität und Dichtigkeit von den über einander liegenden Luftſchichten als unbeträchtlich angeſehen werden. Uebrigens ſind unſere Wohnungen durch verſchiedene Oeffnungen mit der freyen Luft unter dem Himmel in einer beſtändigen Verbindung, ſo daß folglich die Luft im Zimmer eben ſo elaſtiſch und dicht bleibt, als die äußere. Die Luftſäule in einem Zimmer vom Boden bis zur Decke bewirket eben das, als ob der Boden unterm freyen Himmel wäre, und auf ſelbi-

ge

gen eine Luftſäule ſo hoch als die Atmoſphäre druckte. Es wird demnach der Erfolg, welcher vom Drucke der Luft abhängt, in einem Zimmer der nämliche ſeyn, als wie im Freyen. Würde demnach auch ein Theil der Luft von der untern Luftſchichte in einem Gefäße eingeſchloſſen, ſo muß auch dieſer vermöge der Elaſticität noch eben die Wirkung hervorbringen, als der Druck der über dieſem Theile liegenden Luft bis zur äußerſten Grenze der Atmoſphäre. Hieraus folgt alſo unläugbar, daß die Wirkung, welche ein auch noch ſo kleiner Theil der eingeſchloſſenen Luft vermöge ihrer Elaſticität verurſachet, eben ſo groß iſt, als der Druck einer Luftſäule, welche jener eingeſchloſſene Theil tragen müßte.

Wenn daher in einem Gefäße Luft eingeſchloſſen iſt, und es wird die äußere auf ſie wirkende Luft verdünnt oder ganz weggenommen, ſo muß nun die im Gefäße eingeſchloſſene Luft vermöge ihrer Elaſticität ſich wirkſam erweiſen, indem ſie ſich nach allen Seiten hin ausbreitet. Dadurch iſt man vermögend, Bewegungen hervorzubringen. Auch alsdann erfolgen Bewegungen, wenn die Luft auf eine Maſſe auf doppelte Art wirkt, einmahl durch ihr Gewicht, und dann durch ihre Elaſticität als eingeſchloſſene Luft, dieſe eingeſchloſſene Luft aber verdünnt wird; denn eben hierdurch fällt nun das Gleichgewicht weg, und die äußere Luft erhält einen größern Druck, als die Elaſticität der eingeſchloſſenen. Darauf gründen ſich in der Natur ſehr viele Erſcheinungen: 1) das Tabacksrauchen, 2) das Saugen der Kinder, 3) das Trinken, 4) das Athmen, 5) die Anfüllung eines Blaſebalges mit Luft, 6) die Einrichtung der Ventilatoren u. dergl.

Auch iſt hieraus begreiflich, daß, wenn zwey Räume, wovon der eine mehr elaſtiſche, der andere aber weniger elaſtiſche Luft enthält, zuſammen in Verbindung kommen, aus dem einen in den andern ſo viel Luft überſtrömen muß, bis beyde Räume Luft enthalten, welche eine gleiche Elaſticität beſitzet. Denn im Gegentheil würde kein Gleichgewicht Statt finden können. Otto von Guerike [a]) nahm ein Gefäß mit

a) Exp. de ſpatio vacuo. cap. 30. §. 113.

mit einem Hahne, und verſchloß darin Luft an der Erdfläche, brachte hierauf ſelbiges auf eine Höhe, und öffnete daſelbſt den Hahn. Der Erfolg war, daß Luft mit einem Geziſch aus dem Gefäße gieng. Es war demnach die Luft an der Erdfläche dichter und elaſtiſcher, als die in der Höhe.

Wenn der Raum, in welchem Luft eingeſchloſſen iſt, vergrößert wird, ſo breitet ſich die Luft vermöge ihrer Elaſticität in ſelbigem aus, mithin wird dadurch ihre Dichtigkeit geringer. Würde nämlich der vorige Raum noch einmahl ſo groß, ſo würde die Dichtigkeit noch einmahl ſo geringe, als ſie im erſten Raume war. **Es verhalten ſich demnach die Dichtigkeiten von einerley Menge Luft bey einerley Wärmegrade umgekehrt wie die Räume, in welchen ſie eingeſchloſſen iſt.** Würde im Gegentheil der Raum, welche eine Menge von Luft einſchließt, verkleinert, ſo muß auch die Elaſticität, folglich die Dichtigkeit der Luft größer werden. Schließt nämlich ein noch einmahl ſo kleiner Raum eine gleiche Menge Luft ein, ſo muß die Elaſticität, mithin auch die Dichtigkeit derſelben noch einmahl ſo groß ſeyn. Nun verhalten ſich die Dichtigkeiten, wie die Elaſticitäten, und dieſe wie die zuſammendrückenden Kräfte, folglich **verhalten ſich auch die Dichtigkeiten von einerley Luftmaſſe,** in verſchiedenen ungleich großen Räumen eingeſchloſſen, **wie die drückenden Kräfte.** Dieſes Geſetz haben wir den Verſuchen des **Boyle** und **Mariotte** zu verdanken, daher es auch gewöhnlich das **mariottiſche** genannt wird.

Boyle *) behauptete gegen **Franz Linus**, Profeſſor zu Lüttich, daß die Luft elaſtiſch ſey; dagegen **Linus** es für unmöglich hielt, daß die Elaſticität der Luft jemahls dem Drucke einer Queckſilberſäule von 28 Zollen Höhe das Gleichgewicht halten könne. Um nun dieſen in ſeinem Irrthume zu überführen, nahm **Boyle** eine gekrümmte gläſerne Röhre (fig. 53.) abcd, deren beyde Schenkel ab und cd parallel, der

*) Defenſio doctrinae de elatere et grauitate aëris contra Linum. Pars III. cap. 5.

der eine c d von 12 Zoll Höhe, und der andere a b von einigen Fußen Höhe waren. Der kurze Schenkel war bey d zugeſchmolzen, der längere hingegen bey a offen. Nachdem er nun in dieſe Röhre durch a ſo viel Queckſilber gegoſſen hatte, daß die Krümmung bc ausgefüllet war, ſo ſchüttelte er alsdann in den Schenkel a b noch mehr Queckſilber hinzu, bis die Luft in dem Schenkel c d nur noch 6 Zoll unter den Raum e d einnahm; hier fand er, daß das Queckſilber im längern Schenkel um 29 Zoll höher war, als im kürzern bey c. Dieſer Verſuch ſollte ſeiner Abſicht nach bloß erweiſen, daß die im Raume e d zuſammengepreßte Luft vermöge ihrer Elaſticität im Stande ſey, dem Drucke der 29 Zoll hohen Queckſilberſäule f g das Gleichgewicht zu halten. Einer ſeiner Schüler, **Richard Townley**, bemerkte aber, daß ſich hierbey die Elaſticität umgekehrt wie der Raum der Luft verhalte. Denn weil die Elaſticität der anfänglich eingeſchloſſenen Luft c d von 12 Zollen eine gleiche Elaſticität mit der äußern Luft gehabt hatte, oder einer Queckſilberſäule von 29 Zoll das Gleichgewicht hätte halten können, ſo war nun der Raum, den die eingeſchloſſene Luft einnahm, nur halb ſo groß oder 6 Zoll; allein ihre Elaſticität war nicht allein vermögend, dem Drucke der äußern Luft bey e, ſondern auch noch überdem dem Drucke der 29 Zoll hohen Queckſilberſäule f g das Gleichgewicht zu halten, und war alſo doppelt ſo groß, als vorher.

Boyle vermehrte die Menge des Queckſilbers, fand aber jederzeit, daß ſich die Höhe f g der Queckſilberſäule + der Queckſilberſäule des Barometers (29 Zoll) zu der Barometerhöhe (29 Zoll) allein, wie c d zu e d verhielt. Daraus ſchloß er, **daß die Zunahme der Dichtigkeit der Luft ſich nach dem Verhältniſſe der drückenden Kräfte** richte, und vermuthete daher auch, daß ſie ſich im umgekehrten Verhältniſſe ausbreiten werde, wenn die drückende Kraft abnehme. Dieſe Vermuthung prüfte er auf folgende Art: er füllte ein 6 Fuß tiefes cylindriſches Gefäß (fig. 54.) abcd mit Queckſilber an, und tauchte in ſelbiges eine an beyden

den Enden offene Glasröhre e g ſo weit ein, daß der heraus-gehende Theil f e nur 1 Zoll betrug; dieſe Röhre füllte ſich bis f mit Queckſilber an, und in e f war äußere atmoſphäriſche Luft, welche zu dieſer Zeit nach Anzeige des Barometers mit einer Queckſilberſäule von 29$\frac{3}{4}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht hielt. Nun verſchloß er die Oeffnung e genau mit Siegellack, und zog die Röhre ſenkrecht herauf in die Stellung k h; hier dehnte ſich die Luft im obern Theile durch l h aus; zugleich aber erhob ſich unter ſelbiger die Queckſilberſäule i l. Daraus war klar, daß die Elaſticität der Luft in h l durch ihre Ausbreitung ſchwächer geworden ſey, und auf l weniger drücke, als die äußere freye Luft auf a d, ſo daß, um das Gleichgewicht wieder herzuſtellen, noch der Druck der Queckſilberſäule i l erforderlich war. Da der Raum l h = 2 Zoll war, ſo fand ſich i l = 15$\frac{3}{8}$ Zoll, woraus erhellte, daß die Luft in i l, welche ſich jetzt in einem doppelten Raum ausgebreitet hatte, einen ſo großen Verluſt von der vorigen Elaſticität (29$\frac{3}{4}$ Zoll) erlitten, und folglich nur noch 29$\frac{3}{4}$ — 15$\frac{3}{8}$ = 14$\frac{3}{8}$ übrig war, welches nahe an die Hälfte des vorigen kömmt. Als h l = 10 Zoll war, fand er i l = 26$\frac{3}{4}$ ſo daß alſo die 10fach verdünnte Luft von 29$\frac{3}{4}$ Elaſticität ſehr nahe den 10ten Theil gab oder 3 übrig hatte; eben ſo verhielt es ſich ziemlich genau bis zu einer 32fachen Verdünnung der Luft.

Auch **Mariotte** *) führet dergleichen Verſuche an, ohne der des **Boyle** zu gedenken, daher es wahrſcheinlich iſt, daß er ſelbige nicht gekannt habe. War der Barometerſtand 28 Zoll, ſo fand er in der Röhre (fig. 53.) a b c d, deren kurzer Schenkel c d = 12 Zoll war,

bg = 18; 34; 93 Zoll
für ce = 4; 6; 9 Zoll.

Hieraus ergeben ſich die Höhen der Säule f g = b g — c e = 14; 28; 84 Zoll, und folglich die Größen der Elaſticität der

*) Eſſai ſur la nature de l'air. Paris 1676. 8. ingl. du mouvement des eaux. Part. II. diſc. 2.

der Luft in de, welche außer der Queckſilberſäule noch den Druck der Atmoſphäre auf f oder 28 Zoll Queckſilber trägt

$14 + 28$; $28 + 28$; $84 + 28$

oder 42; 56; 112 Zoll.

Die Räume hingegen, welche die Luft einnimmt, oder ed — ce, ſind

$12 - 4$; $12 - 6$; $12 - 9$

oder 8; 6; 3 Zoll.

folglich wird die Elaſticität der Luft $1\frac{1}{2}$, 2, 4 Mahl größer, wenn dieſelbe in einen $1\frac{1}{2}$, 2, 4 Mahl größern Raum zuſammengebracht wird, als ſie in der Atmoſphäre ausfüllt.

Zur Prüfung der Elaſticität einer im größern Raume ausgedehnten Luftmaſſe bediente er ſich einer 40 Zoll langen gläſernen Röhre, welche an dem einen Ende verſchloſſen war. Dieſelbe füllte er mit Queckſilber bis auf $27\frac{1}{2}$ Zoll Höhe an, daß folglich $12\frac{1}{2}$ Zoll hoch Luft von gleicher Dichtigkeit mit der äußern übrig blieb. Hierauf kehrte er die Röhre, nachdem er die Oeffnung mit dem Finger verſchloſſen hatte, um, brachte ſie ſo 1 Zoll tief unter Queckſilber in einem Gefäße, ſo daß die Röhre von der Fläche des Queckſilbers an noch 39 Zoll lang war; nahm er nun den Finger an der Oeffnung weg, ſo ſank das Queckſilber in der Röhre tiefer herab, und die über demſelben aufgeſtiegene Luft breitete ſich in einen größern Raum aus. Als alles ruhig war, füllte das Queckſilber in der Röhre den Raum von 14 Zoll, und die Luft den von 25 Zoll Höhe aus. Die erſtere Höhe iſt die Hälfte von der Barometerhöhe (28 Zoll), die andere aber iſt doppelt ſo groß als $12\frac{1}{2}$ Zoll oder als die Höhe desjenigen Raumes, welchen die Luft bey gleicher Dichtigkeit mit der äußeren in der Röhre eingenommen hatte. Hieraus folgt alſo, daß die Elaſticität einer Luftmaſſe zur Hälfte vermindert wird, wenn dieſe ſich in einen doppelten Raum ausbreitet. Dieſe Verſuche hat auch **Amontons** in Frankreich *) wiederhohlet, und eben dieſe Reſultate erhalten.

Maral-

*) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. Paris 1705.

Maraldi [α]) führet zwar einige Beobachtungen des P. Beze zu Malacca an, woraus zu folgen ſcheinet, daß ſich die Luft um den Aequator in einem geringern Verhältniſſe, als nach dem verkehrten der drückenden Kraft ausdehne. Allein **Bouguer** [β]) hat in Amerika durch viele wiederhohlte Verſuche bey ſehr ſtarken Verdünnungen, und ſelbſt auf den höchſten Bergen das mariottiſche Geſetz richtig befunden.

Wie weit aber dieſes Geſetz überhaupt bey den möglichſten Graden der Verdichtung oder Verdünnung der Luft noch zutreffe, das iſt noch unbekannt. Die Verdichtung der Luft läßt ſich gewöhnlich vermittelſt der Campreſſionsmaſchine nicht ſehr weit treiben, weil die Gefäße durch die daher ungemein verſtärkte Elaſticität ſehr leicht zerſprenget werden. So berechnet Herr **Karſten** [γ]), daß eine Glocke von 7 Zoll im Durchmeſſer von einer fünf Mahl dichtern Luft, als die der Atmoſphäre, mit einer Gewalt von 2352 Pfund, von der drey Mahl dichtern Luft aber mit einer Gewalt von 1176 Pfund aufwärts getrieben werde. Er räth daher an, es nicht zu wagen, die Verdichtung der Luft in gläſernen Gefäßen drey bis vier Mahl größer zu machen, als die der atmoſphäriſchen Luft. In ſtarken metallenen Gefäßen läßt ſich aber die Zuſammendruckung der Luft weit höher treiben. **Boyle** hat 13 Mahl dichtere Luft und **Hales** [δ]) durch Einpreſſung eines Zapſens in einer Bombe 38 Mahl dichtere Luft, als die atmoſphäriſche iſt, zuwege gebracht. **Hales** führt noch einen andern Verſuch an, nach welchem er die Luft 1838 Mahl verdichtet habe. Da aber dieſer Verſuch ſehr vielen Zweifeln unterworfen iſt, ſo kann man ſich auf ſelbigen gar nicht berufen. Auch ſoll man nach **Halley's** Berichte aus Erfahrungen, die in England und von der Academie del Cimento ſind angeſtellet worden, geſchloſ-

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. Paris 1709.

β) Sur les dilatations de l'air dans l'atmoſphère; in den mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. Paris 1753.

γ) Lehrbegriff der geſammten Mathem. Th. VI. Pnevmat. Abſchn. VII.

δ) La ſtatique de végetaux et l'analyſe de l'air. trad. de l'angl. p. M. de Buffon. Paris 1735. 8. p. 389.

geſchloſſen haben, daß keine Kraft vermögend ſey, die Luft 800 Mahl dichter zu machen, als die atmoſphäriſche iſt. **Halley** hat aber dieſe Erfahrungen und Verſuche ſelbſt nicht erzählet, daher auch **Amontons** α) zweifelt, ob man eine ſolche Grenze der Verdichtung anzunehmen berechtiget ſey.

Muſſchenbroek β) fand das mariottiſche Geſetz bey einer vierfachen, und **Winkler** γ) bey einer achtfachen Verdichtung der atmoſphäriſchen Luft zutreffend. Ob es nun gleich noch unbekannt iſt, wie weit dieß Geſetz bey den möglichen Graden der Verdichtung oder Verdünnung der Luft Statt findet, ſo kann man doch annehmen, daß es ſo weit zutreffe, als unſere Verſuche und Beobachtungen reichen.

Die Elaſticität der Luft wird durch anhaltendes Zuſammendrucken in nichts geſchwächt. So fand **Roberval**, daß eine Windbüchſe, welche vor 16 Jahren geladen war, noch eben die Gewalt als vorher hatte. Und **Muſſchenbroek** preßte Luft durch Queckſilber in eine Glasröhre mit zwey Schenkeln, ſchmolz hierauf das Ende zu, und fand nach 5 Jahren den Raum, welchen die zuſammengepreßte Luft einnahm, bey gleicher Wärme gleich groß.

Wenn das mariottiſche Geſetz Statt finden ſoll, ſo muß allemahl vorausgeſetzet werden, daß die Luft gleiche Wärme und gleiche Feuchtigkeit beſitzet. Denn Wärme und Feuchtigkeit können bey gleichem Drucke eine Veränderung in der Dichtigkeit, oder bey gleicher Dichtigkeit eine Veränderung in dem Drucke der Luft bewirken. Die Wärme dehnt eine Luftmaſſe bey gleichem Drucke aus, und vermindert daher ihre Dichtigkeit; Feuchtigkeit hingegen vermehret bey gleichem Drucke die Luftmaſſe, mithin auch ihre Dichtigkeit. Man unterſcheidet daher **abſolute Elaſticität** von der **ſpecifiſchen Elaſticität** der Luft. Unter jener verſteht man nämlich die Stärke, womit ſie der zuſammendrückenden

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1703. p. 102.
β) Introd. ad philoſoph. natural. §. 2107.
γ) Unterſuchungen der Natur und Kunſt. Leipz. 1765. 8. Abh. II. S. 98.

den Kraft widerſtehet, und der ſie das Gleichgewicht halten muß, ohne auf ihre Wärme, Dichtigkeit, Feuchtigkeit u. dergl. zu ſehen. Da aber die Luft bey verſchiedenen Wärmegraden oder verſchiedenen Graden der Feuchtigkeit mithin auch bey ungleicher Dichte eine gleiche abſolute Elaſticität haben kann, ſo leitet dieß auf den Begriff der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft. Es heißt daher eine Luftmaſſe ſpecifiſch elaſtiſcher als eine andere, wenn ſie bey geringerer Dichtigkeit gleich ſtark drückt. Die abſolute Elaſticität der Luft verhält ſich allemahl wie das Produckt der ſpecifiſchen Elaſticität in die Dichtigkeit derſelben, und die ſpecifiſche wie der Quotiente der abſoluten Elaſticität durch die Dichtigkeit dividiret. M. ſ. **Elaſticität ſpecifiſche.**

Eine Luftmaſſe alſo, welche eine größere ſpecifiſche Elaſticität beſitzet, als eine andere, muß nun auch ſpecifiſch leichter, als die andere ſeyn, weil bey minderer Dichtigkeit erſtere eine gleiche abſolute Elaſticität mit dieſer hat, folglich muß ſie in dieſer in die Höhe ſteigen. So wird eine wärmere Luft durch die kältere dringen, und immer mehr und mehr ſich in die Höhe begeben. Daraus erkläret ſich, warum in einem geheitzten Zimmer die wärmere Luft beſtändig an der Decke ſich befinde; warum bey einer geöffneten Thür eines geheizten und kalten Zimmers die wärmere Luft über der kältern wegſtreicht, und überhaupt beide Ströme einander entgegengeſetzet ſind; warum inflammable Luft in der gemeinen in die Höhe ſteigt u. ſ. f.

In ſolchen Räumen, welche mit der atmoſphäriſchen Luft in einer beſtändigen Verbindung ſind, wie z. B. in Zimmern, iſt die abſolute Elaſticität dem Drucke der Atmoſphäre gleich, welchen der Stand des Barometers anzeigt. So lange ſich alſo dieſer Stand nicht ändert, ſo bleibt auch das Produkt der ſpecifiſchen Elaſticität in die Dichtigkeit der Luft ungeändert, und es vermindert ſich die Dichtigkeit derſelben in eben dem Verhältniſſe, in welchem die ſpecifiſche Elaſticität größer wird. In verſchloſſenen Gefäßen hingegen, worin ſich die Dichtigkeit nicht verändern kann, verhält ſich die abſolute

ſolute Elaſticität, wie die ſpeciſiſche. Es kann daher die abſolute Elaſticität der eingeſchloſſenen Luft durch die Wärme ſo ſehr verſtärket werden, daß ſelbſt die Gefäße zerſpringen können.

Durch das Barometer wird der Druck oder die abſolute Elaſticität der Luft angezeigt. Die Dichtigkeit hingegen wird durch andere Werkzeuge beobachtet (m. ſ. **Manometer**), durch deren Vergleichung mit dem Barometer die jedesmahlige ſpeciſiſche Elaſticität der Luft gefunden werden kann.

Man hat verſchiedene Verſuche angeſtellet, um das Geſetz aufzufinden, nach welchem ſich die Ausdehnung der Luft durch die Einwirkung der Wärme richte. Aus den Verſuchen des **Amontons** [a]) läßt ſich ſchließen, daß die Elaſticität ein und der nämlichen Luftmaſſe, wenn die Dichtigkeit gleich bleibet, durch die Wärme in eben dem Verhältniſſe wächſt, als die Luft durch Wärme in einen größern Raum ſich ausdehnet. Aus dieſem Satze, mit dem mariottiſchen Geſetze verbunden, folgt; daß die Elaſticität von einerley Menge Luft ſich wie das Produkt der Wärme in die Dichtigkeit, oder welches eben ſo viel iſt, daß ſich die ſpeciſiſche Elaſticität, wie die Wärme verhalte. Herr **Lempe** [β]) hat gezeiget, wie man dieſen Satz durch die Elementarmathematik herleiten könne. Mit den Erfahrungen Amontons kommen die Verſuche anderer Naturforſcher nicht überein; dieſe ſcheinen vielmehr zu beweiſen, daß die ſpeciſiſche Elaſticität bey andern Dichtigkeiten und Wärmegraden auch in andern Verhältniſſen verändert werden. **Amontons** fand durch ſein Luftthermometer, daß ſich das Luftvolumen vom Eispunkte an bis zum Siedpunkte um 400 Tauſendtheile ausdehne. Setzt man nun voraus, daß bey jedem Grad Wärme die Ausdehnung der Luft gleichförmig erfolge, ſo würde bey jedem Grad der Fahrenh. Skale die Luft um 2, 22 Tauſendtheilchen ausgedehnet werden.

Lam-

[a]) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1702. p. 216. 241-243.
[β]) Beytrag zur Aerometrie; in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 163.

Lambert [α]) fand die Ausdehnung des Luftvolumens vom Eispunkte bis zum Siedpunkte 375 Tauſendtheile, wofür er aber in der Anwendung 370 nimmt, ſo daß alſo bey der Vorausſetzung der gleichförmigen Ausdehnung der Luft auf jeden fahrenh. Grad 2,05 Tauſendtheile gerechnet werden kann.

Herr **de Lüc** [β]) hat aus ſeinen vielfältigen Beobachtungen gefunden, daß ſich die Höhe einer Luftſäule, wenn die Wärme nach der reaumüriſchen Skale $16\frac{3}{4}$ Grad iſt, für jeden Grad Aenderung der Wärme um $\frac{1}{215}$ ändere. M. ſ. **Höhenmeſſung, barometriſche.** Wenn alſo die Luftſäule bey $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. = 215 wäre, ſo wird ſie beym Eispunkte $198\frac{1}{4}$, beym Sieddunkte $278\frac{1}{4}$ ſeyn, und ſich von jenem bis zu dieſem um $\frac{80}{198\frac{1}{4}}$, d. i. um 403 Tauſendtheile ausdehnen. Es kämen daher auf dieſe Art für jeden Grad nach Fahrenh. 2,23 Tauſendtheile.

Der Ritter **Shukburgh** [γ]) beſtimmt die Ausdehnung des Luftvolumens durch die Wärme für jeden fahrenheitſchen Grad aus ſeinen Verſuchen auf 2,43 Tauſendtheile.

William Roy [δ]) fand aus ſeinen vermittelſt des amontonſchen Luftthermometers ſehr ſorgfaltig angeſtellten Verſuchen, daß ſich die Luft bey den gewöhnlichen Temperaturen (60 bis 70 Grad nach Fahrenh.) für jeden veränderten Grad Wärme um 2,45 Tauſendtheile des ganzen Volumens ausdehne. Dieß beträgt 2,69 Tauſendtheile desjenigen Volumens, welches die Luft bey der Temperatur des Eispunktes hat.

Kramp [ε]) nimmt nach Mayers Beſtimmungen der aſtronomiſchen Strahlenbrechung an, daß ſich die Luft, wenn das raumüriſche Thermometer auf 10 Grad ſteht, für jeden durch die Wärme veränderten Grad um $\frac{1}{220}$ des Luftvolumens

α) Pyrometrie. Berlin 1779. 4.
β) Ueber die Atmoſphäre. §. 607.
γ) Philoſoph. transact. 1777. P. I. n. 29.
δ) Philoſoph. transact. 1777. n. 34.
ε) Geſchichte der Aeroſtatik. Th. I. S. 112.

mens ausdehne. Nimmt man alſo bey 10 Grad nach Reaumůr die ſpeciſiſche Elaſticitát der Luft = 220 an, ſo wird ſie beym Eispunkte = 210, beym Siedpunkte = 290 ſeyn, und ſich vom Eispunkte bis zum Siedpunkte um $\frac{80}{210}$ oder um 381 Tauſendtheile ausdehnen, welches für jeden fahrenh. Grad 2,117 gibt.

Des Herrn de Sauſſůre [α]) Verſuche berechtigen ihn anzunehmen, daß zwiſchen dem 6. Grad nach Reaum. bis zum 22 ein jeder Grad zugenommener Wärme ſich die Luft um $\frac{1}{235}$ ihres Volumens ausdehne.

Die Erfahrungen des Herrn **Vandermonde, Bertholler** und **Monge** [β]) beſtimmen die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft durch einen jeden Grad Wärme nach Reaum. auf $\frac{1}{184,8}$ ihres Umfanges, mithin ſelbige vom Eispunkte bis zum Siedpunkte = 0,4328.

Von allen dieſen Angaben weichen die Beſtimmungen des Herrn **Prieſtley** [γ]) beträchtlich ab. Zehn Grad Wärme nach Fahrenh. dehnten nach ſeinen Verſuchen ein Luftvolumen von 13 Maß um 1,32 engl. Cubikzoll, mithin um $\frac{1}{19,2}$ ihres Volumens aus. Auf dieſe Weiſe wird die Ausdehnung des ganzen Raums zwiſchen dem Eis- und Siedpunkte = 0,9375, und für jeden Grad nach raumůriſcher Skale $\frac{1}{85}$.

Durch dieſe ſehr großen Abweichungen der Ausdehnung der Luft von der Wärme wurden die Herrn **Morveau** und **Duvernois** veranlaßt, genauere Verſuche darüber anzuſtellen, wovon die Reſultate dahin gehen, daß die Ausdehnung der Luftmaſſe keinesweges gleichförmig erfolge, ſondern

[α]) Hygrometrie. §. 113.
[β]) Mémoir. ſur le fer; in den mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1786. p. 36 ſq.
[γ]) Experim. and obſervat. Vol. V. ſect. 32.

dern mit ſteigender Wärme größer werde *). Beym Barometerſtande von 26 Zoll $9\frac{1}{2}$ Linien betrug die Vermehrung des anfänglichen Umfanges trockener atmoſphäriſcher Luft

von 0 bis 20°	nach	Reaum.	0,0789
— 0 — 40°	—	— —	0,2570
— 0 — 60°	—	— —	0,6574
— 0 — 80°	—	— —	0,9368

Es beträgt alſo die Ausdehnung der Luftmaſſe vom Gefrierpunkte bis zum Kochpunkte 0,9368, welches mit **Prieſtley's** Angaben übereinſtimmend iſt. Nach dieſen Angaben macht nun die Vermehrung des Umfanges der Luftmaſſe aus

$$\text{von } 0 \text{ bis } 20° — — 0{,}0789 = \frac{1}{12{,}67}$$

$$\text{von } 20° — 40° — — 0{,}1781 = \frac{1}{5{,}161}$$

$$\text{von } 40° — 60° — — 0{,}4004 = \frac{1}{2{,}49}$$

$$\text{von } 60° — 80° — — 0{,}2794 = \frac{1}{3{,}57}$$

Dieſe Verſuche beweiſen alſo hinlänglich, daß die bisherigen Beſtimmungen der Luftausdehnung durch die Wärme nichts zuverläſſiges geben, ſondern daß man vielmehr, um etwas ſicheres zu erhalten, die Ausdehnung für jeden Grad Wärme beſonders beſtimmen müſſe. Schon **Roy** hat durch ſeine ſorgfältig angeſtellten Verſuche gefunden, daß die Ausdehnung der Luft weder für jede Dichtigkeit noch für jeden Grad Wärme gleich groß iſt.

Auch hat Herr **de Morveau** Verſuche über den Einfluß der Wärme auf einige Luftarten angeſtellet. Das Volumen, beym Eispunkte = 1 geſetzt, ward bis zum Siedpunkte ausgedehnet

bey

*) Annales de chymie. Tom. I. 1789. p. 256 f.; und in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 293 f.

bey dephlogiſtiſirter	Luft	um	5,4767
— phlogiſtiſirter	—	—	6,9412
— leichter brennbarer	—	—	1,3912
— Salpeterluft		—	1,6029
— luftſaurem Gas		—	2,0094
— Ammoniakgas		—	6,8009

Wie ſtark eine große Hitze auf die Luft wirkt, kann folgender Maßen gefunden werden: man erhitzt ein Gefäß mit einer engen Oeffnung bis auf einen gewiſſen Grad, ſo dehnt ſich dadurch die Luft in ſelbigen ſehr ſtark aus, und entweicht größtentheils durch die enge Oeffnung. Hierauf hält man die Oeffnung unter Waſſer, ſo wird ſich beym Abkühlen die Luft wieder zuſammenziehen und der Druck der äußern Luft Waſſer in das Gefäß hineintreiben, aus deſſen Menge ſich alsdann auf die Größe der Ausdehnung der Luft ſchließen läßt. So fand **Robins** [a]), daß die Luft durch die Hitze eines weißglühenden Eiſens in einen vier Mahl größern Raum ausgedehnet wurde, als den ſie kalt einnahm.

Wie groß der Einfluß der Feuchtigkeit oder Dünſte auf die Elaſticität und Dichtigkeit der Luft ſey, iſt ebenfalls bey weitem noch nicht ausgemacht. Es finden hierbey eben ſo wenig, wie bey der Luft, Gleichförmigkeit und beſtimmte Geſetze Statt. Herr **Lambert** [β]) that den Vorſchlag, bey den Unterſuchungen über die Wirkung der Dünſte auf die Elaſticität der Luft das Barometer mit dem Luftthermometer des Herrn **Bernoulli** zu gebrauchen. Nach ſeiner Meinung vermehren die Dünſte die Elaſticität der Luft aus einer doppelten Urſache, ein Mahl durchs Zuſammenpreſſen der Lufttheile und das andere Mahl durch die Vergrößerung des Gewichtes der obern Luft. Dieß gab ihm zu einer ſinnreichen Methode Veranlaſſung, die Menge der Dünſte zu erfahren, und ſo das Luftthermometer als Hygrometer zu gebrau-

[a]) Neue Grundſätze der Artillerie, durch Euler. Berlin 1745. 8. S. 963 f.

[β]) Abhandl. von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen in den Abhandlung. der churbayerſch. Akadem. der Wiſſenſchaften. B. III. Th. 2.

gebrauchen. In der Ausführung aber ſind die dabey anzuſtellenden Beobachtungen vielen Schwierigkeiten unterworfen.

Herr **de Sauſſüre** fand die abſolute Elaſticität der eingeſchloſſenen Luft bey einer Wärme von 14 bis 15 Grad nach Reaumür beym Uebergange von der größten Trockenheit bis zur größteu Feuchtigkeit um $\frac{1}{54}$ ihrer Größe vermehret; indem während dieſes Erfolgs ſein in einer Glaskugel eingeſchloſſenes Barometer von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Linien ſtieg, welche Veränderung den 54ten Theil von 27 Zollen beträgt. Durch die Sättigung mit Feuchtigkeit, wobey 751 Gran trockene Luft 10 Gran Waſſer in ſich aufnimmt, wird aber auch zugleich die Dichtigkeit der Luft geändert, und zwar in dieſem Falle im gleichen Verhältniſſe mit der Maſſe, weil das Volumen in eingeſchloſſenen Gefäßen daſſelbe bleibt; mithin erhält man daraus für eine gleich warme Luftmaſſe folgende Verhältniſſe:

	trockene Luft	feuchte Luft
abſolute Elaſticität	751	$751 + \frac{751}{54} = 751 + 14 = 765$
Dichtigkeit	751	$751 + 10 = 761$
ſpecifiſche Elaſticität	1	$\frac{765}{761} = 1 + \frac{4}{761}$

mithin wird hiernach die ſpecifiſche Elaſticität der Luft beym Uebergange von der größten Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit um $\frac{4}{761}$ oder $\frac{1}{190}$ vergrößert. In der freyen Luft wird ſich alſo bey ſonſt übrigens unveränderter Barometerhöhe und Wärme das Luftvolumen um eben ſo viel ausdehnen, wenn ſie feucht wird. Herr **Luz** [a]) führet dagegen Verſuche an, nach welchen der Einfluß der Dünſte nicht allein an ſich ſtärker zu ſeyn ſcheinet, als ihn **de Sauſſüre** angibt, ſondern auch auf die Größe der Ausdehnung durch die Wärme ſehr ungleichförmig wirkt. Uebrigens kömmt es ſelbſt noch viel darauf an, auf welche Art die Dünſte mit der Luft in Verbindung treten. Nach Hrn. **Hube** [b]) gibt

[a]) Vollſtändige Beſchreibung von Baromet. Nürnb. u. Leipz. 1784. 8. S. 424.

[b]) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Leipz. 1793. 8. 24 Bog.

gibt es ſogar eine Ausdünſtung, deren Produkt die Elaſticität der Luft gar nicht verſtärken ſoll.

Die Dichtigkeit der Luft in Vergleichung mit der Dichtigkeit des Waſſers oder eines andern Körpers wird gewöhnlich durch die ſpecifiſchen Gewichte der Luft und des Waſſers oder eines andern Körpers beſtimmt. Es kommt alſo hierbey vorzüglich darauf an, vor allen Dingen das abſolute Gewicht einer beſtimmten Luftmaſſe zu wiſſen. **Galilei** wußte bereits, daß die Luft ſchwer ſey, und erwies ſolches daraus, daß eine hohle Kugel ſchwerer werde, wenn man in ihr Luft zuſammenpreſſe. Er ſtellte wirklich den Verſuch mit einer bloßen Spritze an, und meldet, er habe die Luft 400 Mahl leichter, als eine eben ſo große Menge Waſſers gefunden.

Der P. **Merſenne** gebrauchte hierzu die Aeolipile, welche er zuerſt mit der darin enthaltenen Luft abwog, alsdann ſelbige auf Kohlen ſehr ſtark erhitzte, ſo daß dadurch die Luft größtentheils herausgetrieben wurde, und ſie nachher leichter fand. Er berechnete hieraus, daß die Luft 1356 Mahl leichter als das Waſſer ſey. Dieſer Verſuch wurde von **Boyle** [α]) mit mehr Vorſicht wiederhohlet, und fand die Luft nur 938 Mahl leichter.

Riccioli [β]) machte den Verſuch mit einer Ochſenblaſe, welche er zuerſt leer, und dann mit Luft aufgeblaſen wog; in dieſem Falle fand er ſie 2 Gran ſchwerer, als im erſtern, und ſchloß daher, daß die Luft in der Blaſe 2 Gran gewogen, und 10000 Mahl ſchwerer als Waſſer ſey. Allein **Jakob Bernoulli** [γ]) hat ſchon mit Recht bemerket, daß eine aufgeblaſene Blaſe nicht mehr, als eine leere wiegen könne. Denn die aufgeblaſene Blaſe nimmt mehr Raum als die zuſammengefaltete ein, und muß daher um ſo viel weniger wiegen, als die Luft, die ſie aus der Stelle verdrängt oder ſo viel Luft in ſie geblaſen worden. Daß beym Verſuche

α) Exper. phyſico-mechan. de vi aëris elaſtica.
β) Almageſt. nouum. lib. II. cap. 5.
γ) Acta eruditor. Lipſienſ. 1685. p. 436.

ſuche des Riccioli die volle Blaſe 2 Gran mehr wog, rührte vermuthlich von der durchs Einblaſen ſtärker verdichteten Luft her. Auch **Sturm** [α]) und **Boyle** [β]) haben ſich dieſes irrigen Verfahrens bedienet, und letzterer gibt die Luft 7500 Mahl leichter, als das Waſſer, an.

Weit genauer verfuhr der Freyherr **von Wolf** [γ]). Dieſer nahm eine hohle kupferne Kugel, welche vermittelſt eines Hahnes genau verſchloſſen, und an die Luftpumpe angeſchraubet werden konnte. Aus dieſer Kugel pumpte er die darin enthaltene Luft ſo viel als möglich rein heraus, verſchloß ſie alsdann, hing ſie an eine empfindliche Wage, und brachte alles in ein genaues Gleichgewicht. Hierauf öffnete er den Hahn, und ließ die äußere Luft hineintreten, worauf ſie einen Ausſchlag gab. Nachdem er nun alles wieder in ein genaues Gleichgewicht gebracht hatte, ſo zeigte das hierzu nöthige Gegengewicht an, wie viel die Luft wog, die in den Raum der Kugel ging. Dieß Gegengewicht betrug 1 Unze 3 Drachmen 44 Gran oder 704 Gran. Der Durchmeſſer der Kugel hielt im Lichten 132 rheinländ. Decimallinien, mithin der körperliche Raum 1203708 Cubiklinien. Demnach wagen nach dieſem Verſuche 1000000 Cubiklinien oder ein Cubikfuß Luft $\frac{704000000}{1203708}$ d. i. beynahe 585 Gran. Nach **Wolfs** Angabe wiegt ein Cubikzoll Waſſer 495 Gran, mithin ein Cubikfuß 495000 Gran, und ſo gibt dieſer Verſuch die Luft $\frac{495000}{585}$ d. i. beynahe 846 Mahl leichter als das Waſſer.

Durch ähnliche Verſuche fanden **Burkard de Volder** [δ]) die Luft 970 Mahl, und **Homberg** [ε]) 885 Mahl leichter als das Waſſer. **Halley** nahm ſie 800 bis 860 Mahl

α) Colleg. curioſ. tentam. 3. §. 15.
β) Paradoxa hydroſtat. in prolegomen.
γ) Nützliche Verſuche. Th. I. §. 86.
δ) Quaeſt. academ. de grauitate aëris. §. 52.
ε) Mémoir. de l'Acad. royal. des ſcienc. 1693.

Mahl leichter an, und **Muſſchenbroek** [α]) ſetzt die Grenzen 606 bis 1000 Mahl leichter als das Waſſer. **s'Graveſande** [β]) bediente ſich eines von **Jakob Bernoulli** vorgeſchlagenen Verfahrens, das luftleere Gefäß im Waſſer zu wägen, und findet dadurch die ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers und der Luft wie 798 zu 1.

Weil die Dichtigkeit der Luft durch die Wärme vermindert und durch die Kälte vermehret wird; weil ſie ferner nicht beſtändig in einerley zuſammengepreßtem Zuſtande in der Atmoſphäre iſt, wie das Barometer zeiget; und weil der in der Luft befindliche Waſſerdampf nicht immer ſich gleich bleibet; ſo iſt leicht zu erkennen, daß man bey Beſtimmung des Gewichtes von einem beſtimmten Luftvolumen hierauf Rückſicht nehmen muß. Allein dieß haben angeführte Naturforſcher nicht gethan, daher ihre Angaben nicht ſicher zu gebrauchen ſind. Viel genauer gibt **Shukburgh** [γ]) das ſpecifiſche Gewicht der Luft bey 29,27 Zoll engl. Baromet. (27 Zoll 5,7 Linien pariſ.) und 10° Reaum. 840 Mahl leichter als das des reinen Waſſers von eben dieſer Temperatur.

Herr **Schmidt** [δ]) fand nach einer Mittelzahl aus mehreren Verſuchen die Luft von 15° bis 16½° Reaum. und 28 Zoll $1\frac{6}{16}$ Lin. bis 27 Zoll $11\frac{2}{16}$ Lin. Barom. 838 Mahl leichter als das Waſſer.

Herr **Gren** [ε]) ſtellte den Verſuch mit einer Kugel an, welche im Durchmeſſer beynahe 119½ rheinl. Decimalkubikzoll hatte, und fand das Gewicht der Luft, wenn ſie nicht ſehr feucht war und die Temperatur von 65° Fahrenh. hatte, bey der Barometerhöhe von 27 Zoll 8 Linien pariſ. 73½ Gran Medicinalgewicht; mithin wiegt hiernach ein rheinländ. Decimalkubikzoll Luft $\frac{148}{239}$ oder 0,615 Gran. Nun wiegt nach Herrn **Gren** ein Decimalkubikzoll Waſſer bey dieſer Temperatur

α) Introduct. ad philoſ. natural. Tom. II. §. 2059.
β) Phyſic. element. mathem. lib. IV. cap. 5. §. 2164.
γ) Philoſophic. transact. Vol. LXVII. S. 557.
δ) Sammlung. phyſiſch-mathem. Abhandl. B. I. S. 114.
ε) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 440. Anmerk.

peratur 492,229 Gran, alſo verhält ſich das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers zu dem der Luft wie 492229 : 615 oder nahe 800 : 1. Nimmt man alſo die Dichtigkeit des Waſſers = 1 an, ſo iſt hiernach die der Luft = 0,0012.

Weil aber bey dieſen Verſuchen die Luft aus der Kugel nie ganz ausgepumpet werden kann, ſo erfähret man eigentlich nur, wie viel die Luft wiegt, die in die Kugel dringt, nicht das Gewicht des ganzen innern Luftvolumens der Kugel, und man muß, wenn alles genau genommen werden ſoll, beſtimmen, wie viel Luft noch in der Kugel geblieben iſt. Man kann alſo erſt die Kugel mit Luft angefüllt genau wiegen, hierauf die Luft daraus ſo ſtark als möglich auspumpen, bey verſchloſſenem Hahne wieder wiegen, und ſo das Gewicht der ausgezogenen Luft finden, worauf man unter aufgekochtem Waſſer den Hahn öffnet, das Waſſer hinein treten läßt und durch Umkehrung der Kugel die darin noch übrige Luft in ein Gefäß mit Waſſer leitet, worin man ſie genau bey beſtimmter Temperatur meſſen kann. Der Raum dieſer Luft abgezogen vom innern Raumesinhalte der Kugel gibt zum Reſte den Raum der Luft, die man gewogen hat. Auch bleibt noch ein Fehler wegen des Gewichtes des in der ausgepumpten Kugel befindlichen Dampfes, welcher jedoch unbeträchtlich ſeyn kann.

Auch läßt ſich vermittelſt der Luftwage des Herrn **Gerſtners** das jedesmahlige Gewicht eines beſtimmten Luftvolumens durch eine Beobachtung finden, wovon man den Artikel, **Manometer**, nachſehen kann.

Die Höhenmeſſungen vermittelſt des Barometers zeigen noch eine andere Methode, die Dichtigkeit der Luft zu beſtimmen. Unter dem Artikel, **Höhenmeſſung, barometriſche**, iſt erwieſen, daß die Subtangente oder das dortige γ der allgemeinen Formel durch die Barometerhöhe a dividiret, angebe, wie viel Mahl das Queckſilber ſchwerer ſey, als die Luft bey dieſer Barometerhöhe. Kann man nun unter den daſelbſt angegebenen Werthen der Subtangente γ einen mit Zuverläſſigkeit annehmen, ſo iſt man

auch

auch ſehr leicht im Stande, für jede Barometerhöhe die Dichtigkeit der Luft zu beſtimmen, und vermöge des Einfluſſes der Wärme zu berichtigen. Nach **Lambert**, **Mayer** und **de Lüc** iſt $\gamma = 4342$ Toiſen, wenn letzterem das Thermometer $16\frac{3}{4}°$ Reaum. zeigt. Dieß gäbe für die Barometerhöhe $27\frac{2}{3}$ Zoll

$$\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{4342 . 6 . 12}{27\frac{2}{3}} = 11299$$

mithin die Luft 11299 Mahl leichter als das Queckſilber, oder 807 Mahl leichter als das Waſſer, die Dichtigkeiten des Queckſilbers und Waſſers = 14:1 genommen. Nach **de Lüc** ändert ſich nun dieſe Zahl für jeden Grad Wärme um $\frac{1}{215}$, d. i. um 3,8. Für 14 Grad Temperatur wird ſie alſo $807 - 2\frac{3}{4} . 3{,}8 = 796$, beynahe 800.

Nimmt man nun das Gewicht des rheinländ. Cubikfußes Waſſer $64\frac{1}{2}$ Pfund, des pariſer Cubikfußes = 72 Pfund, ſo ergibt ſich das abſolute Gewicht

des rheinl. Cubikfußes $= \frac{64{,}5 . 7680}{800} = 619$ Gran

des pariſer —— $= \frac{72 . 7680}{800} = 691$ Gran

welches von den Beſtimmungen des Herrn **Gren** wenig verſchieden iſt.

Es gibt einige Körper, als Glas, Metall, Blaſen von Thieren, naſſes Leder, welche für die Luft undurchdringlich ſind. Es iſt hieraus aber keinesweges zu ſchließen, wie **Nollet** that, daß die Luft gröbere Theile, als das Waſſer haben müßte, weil ſie nicht durch naſſes Leder dringe. Denn es wirket hier die Luft nicht chemiſch, ſondern nur mechaniſch, und wenn man das Waſſer nach der dynamiſchen Lehre als eine Maſſe annimmt, welche ihren Raum mit Continuität ausfüllt, ſo iſt es gar nicht möglich, daß die Luft durchs Waſſer dringen könne, wofern nicht der Druck der Luft aufs Waſſer einſeitig wird, da alsdann auf der andern Seite das Waſſer erſt aus der Stelle getrieben, mit-

hin fortbeweget werden muß, ehe die Luft eindringen kann. Sonſt iſt es aber unläugbar, daß ſich die Luft in ſehr vielen andern Körpern, beſonders in den organiſch gebaueten, und in denjenigen, welche mit Flüſſigkeiten in der atmoſphäriſchen Luft gemenget werden, als z. B. Thon, Mehl, Sand u. dergl. befindet. Bringt man z. B. ein Stück Holz mit einer daran gehängten Bleykugel unter Waſſer, ſo daß es in ſelbigem nicht ganz zu Boden ſinkt, und pumpt alsdann darüber die Luft hinweg, ſo ſieht man eine Menge von Bläschen aus dem Holze hervordringen, und es ſinkt nach Anſtellung des Verſuches auf den Boden nieder — ein hinlänglicher Beweis, daß das Holz auf dem Waſſer nur wegen der enthaltenen Luft ſchwimmt. Ob aber in den Flüſſigkeiten, als Waſſer, Bier, Milch, geiſtigen Liquoren u. dergl. Luft als Luft enthalten ſey, das ſcheint mir, ob es gleich die meiſten Phyſiker behaupten, noch nicht ausgemacht zu ſeyn. Die Erfahrung, daß dieſe Flüſſigkeiten, beſonders wenn ſie etwas erwärmet werden, unter der Luftpumpe eine erſtaunende Menge Luft geben ſollen, beweiſet dieß keinesweges; denn vielmehr iſt dieſe Erſcheinung ein wahres Sieden oder eine Dampfentwickelung der Flüſſigkeiten. Unter einer guten Luftpumpe wird ein Glas voll Bier nach einigen Auszügen ganz in Schaum verwandelt. Wie iſt es aber möglich zu behaupten, daß eine ſolche Menge von Luft im zuſammengepreßten Zuſtande als Luft in einem ſolchen Raume enthalten ſeyn konnte? — Auch in andern Körpern, aus welchen Luft entwickelt wird, iſt dieſelbe nicht im zuſammengepreßten Zuſtande geweſen, wie man ſonſt wohl glaubte; denn alle die Luftarten, welche man bey der Gährung, dem Auflöſen und durchs Feuer daraus erhält, haben nicht als Luft einen Beſtandtheil in den Körpern ausgemacht, ſondern haben erſt den luftförmigen Zuſtand während der Operation durch die innigſte Verbindung mit dem Wärme- und Lichtſtoffe erhalten. M. ſ. **Gas, atmoſphäriſches.**

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Aeroſtatik Th. VI. **Pnevmatik. Käſtner** Anfangs-

ſangsgründe der angewandten Mathematik. Aerometer. **Wolfs** nützliche Verſuche zur Erkenntniß der Natur und Kunſt. Th. I. Cap. 5. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. Hauptſt. VI. §. 370 f.

Luftarten ſ. Gas.

Luftball ſ. Aeroſtat.

Luftbegebenheiten ſ. **Meteore.**

Luftelektricität, atmoſphäriſche Elektricität (electricitas atmoſphaerica ſ. aërea, électricité de l'atmoſphère ou aërienne) iſt die Elektricität der Luft unſerer Erdatmoſphäre. Die erſte Veranlaſſung zur Unterſuchung über die Elektricität der Luft gab die Entdeckung der Gewitterelektricität. Herr **le Monnier** [α]) bemerkte bey ſeinen zu St. Germain en Laye angeſtellten Verſuchen zuerſt, daß die Luft auch außer den Gewittern elektriſch ſey. Nachher haben der Abbé **Mazeas** [β]) und Kinnersley [γ]) die Luftelektricität vorzüglich bey trockenem Wetter oft ſehr ſtark wahrgenommen. Mehrere und genauere Beobachtungen über die Luftelektricität ſind von **Beccaria** [δ]) zu Turin angeſtellet worden. Die Geräthſchaft, die er zur Unterſuchung der Luftelektricität gebrauchte, beſtand in einem 132 Fuß langen eiſernen Drahte, welchen er den **Explorator** nennt, an dem das eine Ende an einer über dem Schornſtein hervorragenden Stange, und das andere an dem Gipfel eines hohen Kirſchbaumes befeſtiget war; übrigens waren beide Enden iſoliret, und mit zinnernen Knöpfchen verſehen. Von dieſem Explorator ging ein anderer Draht durch eine dicke mit Siegellack überzogene Glasröhre ins Beobachtungszimmer, durch den er den Zuſtand der Elektricität in dem Explorator beobachten konnte. Mit dieſem letzten Drahte verband

α) Obſervat. ſur l'électricité de l'air; in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. Paris 1752.

β) Obſerv. upon the electricity of the air, made at the chateau de Maintenon, June, July and Oct. 1793.; in den Philoſ. transact. Vol. XLVIII. n. 57.

γ) Philoſ. transact. Vol. LIII. n. 21.

δ) Lettere del elettricismo. in Bologna 1758. gr. 4.

band **Beccaria** einen kleinen Streif Metall; an jeder Seite deſſelben befand ſich eine Korkkugel von einer Linie Durchmeſſer; dieſe Kugeln waren an ſeidenen 16 Linien langen Fäden aufgehangen. Mit dieſer Geräthſchaft fand er die heitere und ſtille Luft ſtets, wiewohl mit einiger Unterbrechung, elektriſch. Bey feuchtem Wetter hingegen, wobey es wirklich nicht regnete, und bey ſtürmiſcher Witterung konnte er keine Luftelektricität entdecken. Beym Regenwetter zeigte ſich kurz vor dem Regen Elektricität, welche erſt kurz vor dem Ende deſſelben aufhörte. Aus ſeinen Beobachtungen über die Luftelektricität hat er Gründe hergenommen, die Meteore als Wirkungen der Elektricität zu erklären. Nach dieſer Zeit hat er mehrere Beobachtungen über die Luftelektricität bey heiterem Himmel mitgetheilet [α]). Er fand zu jeder Zeit die Luft poſitiv elektriſiret, und bey kalter Witterung ſtärker, als bey warmer. Durch trockene Winde ward die Elektricität geſchwächt, durch die in der Luft ſchwebenden Nebel aber verſtärkt und angehäuft, wofern dieſe Nebel nicht eine Veranlaſſung zur Ableitung gaben. Er fand daher bey Nebeln, welche in die Höhe ſtiegen, die Elektricität am ſtärkſten. Die Luftelektricität beobachtete er nie anders negativ, als wenn der Wind von andern Gegenden der Atmoſphäre, wo es zur ſelbigen Zeit Nebel, Regen, Schnee oder Wolken gibt, herkam.

Mit den Beobachtungen des **Beccaria** ſtimmen auch die von **Ronayne** in Irland [β]) und die von **Henley** [γ]) überein.

Dieſen Beobachtungen gemäß ſcheint der Gang der täglichen atmoſphäriſchen Elektricität dieſer zu ſeyn. Bey trockener Witterung entſteht vor Sonnenaufgang einige Elektricität, welche deſto größer iſt, je trockener die Luft und je geringer der Unterſchied ihres Zuſtandes von dem am vorigen Tage iſt. Dieſe Elektricität bey Sonnenaufgang kann man

α) Oſſervazioni della elettricità terreſtre atmosferica a cielo ſereno; bey ſ. elettricismo artificiale. in Torino 1772. 4.
β) Philoſoph. transact. Vol. LXII. p. 138.
γ) Philoſoph. transact. Vol. LXIV. p. 422.

man jedoch ſelten bemerken, weil die Luft gewöhnlich die Nacht über feucht iſt. So fand der P. **Beccaria** bey drey monatlichen Beobachtungen nur an 18 Morgen Elektricität vor Sonnenaufgang, und ſeine zahlreichen Beobachtungen ergeben, daß dieſe Erſcheinung im Winter häufiger vorkomme, als im Sommer, beſonders wenn man den Apparat vor aller Feuchtigkeit und Reif ſchützet. Des Vormittags wird die Elektricität nach und nach ſtärker, je höher die Sonne ſteiget, und erreicht endlich einen Grad, auf dem ſie ſtehen bleibt, bis die Sonne ihrem Untergange nahe iſt; alsdann nimmt ſie deſto mehr ab, je feuchter die Luft iſt. In den kühlern Jahreszeiten entſtehet bey heiterem Himmel und ſanftem Wehen des Windes mit zugleich ſtark zunehmender Trockenheit nach Sonnenuntergang zu Anfange des Thaues eine Elektricität von beträchtlicher Stärke. Dieſe Elektricität kömmt ſehr ſchnell wieder, und vergehet ſehr langſam. In gemäßigten oder warmen Jahreszeiten zeiget ſich eine ſolche Elektricität ſogleich mit Sonnenuntergange; ſie fängt mit größerer Geſchwindigkeit an, vergeht aber auch früher.

Ronayne hat bemerkt, daß die Blitze bey Gewittern ſchnelle Veränderungen bewirken. Oft wird dadurch die Elektricität weiter verbreitet, bisweilen vermindert; bald verſtärkt, bald ſogar in die entgegengeſetzte verwandelt; bisweilen kömmt ſie, wenn vorher gar keine da war, mit einem Blitze plötzlich zum Vorſchein.

Cavallo *) hat auch verſchiedene Beobachtungen über die Luftelektricität zu Islington theils mit dem elektriſchen Drachen, theils mit einem eigenen Luftelektrometer angeſtellet. Aus denſelben hat er folgende allgemeine Geſetze hergeleitet:

1. Die Atmoſphäre ſcheint jederzeit einige Elektricität zu beſitzen, welche beſtändig poſitiv und bey kaltem Wetter ſtärker als bey warmen iſt; auch in der Nacht iſt ſie keinesweges geringer, als am Tage.

2.

*) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. B. 1. Leipzig 1797. 8. S. 317 u. f.

2. Durch den Einfluß ſchwerer Wolken am Zenith und des Regens kann verurſachet werden, daß die gebrauchten Werkzeuge eine negative Elektricität anzeigen. Die Annäherung der Wolken vermindert gemeiniglich die Elektricität des Drachens; zuweilen hat ſie gar keinen Einfluß auf dieſelbe, und ſehr ſelten verſtärkt ſie ſie ein wenig.

3. In der Regel findet ſich die ſtärkſte Elektricität bey dickem Nebel und bey kaltem Wetter; die ſchwächſte hingegen bey trüber, warmer und zum Regen geneigter Witterung.

4. An höhern Orten iſt die Elektricität ſtärker als an niedrigern, und wenn dieſe Regel in einiger Entfernung von der Erde noch Statt findet, ſo muß die Elektricität in den obern Gegenden der Atmoſphäre außerordentlich ſtark ſeyn.

5. Der elektriſche Funken, den man aus der Schnur des Drachens oder aus einem damit verbundenen iſolirten erſten Leiter zieht, iſt beſonders bey trockener Witterung ſehr ſelten länger als $\frac{1}{4}$ Zoll, aber außerordentlich ſtechend, und er ſcheint mehr dem Schlage aus einer geladenen Flaſche, als dem Funken aus dem erſten Leiter einer Elektriſirmaſchine ähnlich. Ueberhaupt iſt die Elektricität des Drachens ſtärker oder ſchwächer, je nachdem die Schnur länger oder kürzer iſt, ſie bleibt aber nicht mit der Länge der Schnur proportional.

6. Wenn das Wetter feucht und die Elektricität ſtark iſt, ſo wird dieſelbe, wenn ein Funke aus der Schnur des Drachens gezogen worden, mit großer Geſchwindigkeit wieder erſetzet; bey trockener und warmer Witterung hingegen geſchiehet dieſer Erſatz außerordentlich langſam.

Von den Beobachtungen des Herrn **de Sauſſure** über die Luftelektricität iſt bereits das Weſentlichſte unter dem Artikel, **Blitz**, angegeben worden. Seine beſonders auf der Furka gemachten Beobachtungen lehreten ihn, daß die Wolken keine eigene Elektricität beſitzen, ſondern bloß als Leiter dienen, um die Elektricität in den obern Gegenden herabzuführen. Denn als er bey der Abweſenheit der Wolken die Bleykugel ſeines Luftelektrometers in die Höhe ſchleuderte,

derte, erhielt er eine ſtärkere Elektricität, als bey ihrer Gegenwart.

Daß die Elektricität der heitern Luft unwandelbar poſitiv ſey, glaubt er ſich nicht anders, als mit dem Herrn **Volta**, ſo zu erklären, daß ſie durch die Ausdünſtung entſtehe, von den aufſteigenden Dünſten mit in die Höhe geführet und durch die Kälte oder Verdichtung der Dünſte aus denſelben niedergeſchlagen werde, wodurch ſich die obern Luftgegenden damit anfüllen. Um hierüber noch mehr Aufſchluß zu erhalten, ſtellte er eine große Anzahl Verſuche über die Elektricität bey der Verdünſtung an, nach welchen er fand, daß erhitztes Porzellan und Silber den Dünſten immer — E, Eiſen und Kupfer hingegen + E geben. Hieraus wird es ihm wahrſcheinlich, daß die Elektricität der Dünſte an ſolchen Körpern, bey welchen mit Berührung des Waſſers eine Zerſetzung Statt finden kann, jederzeit poſitiv, hingegen an ſolchen, bey welchen keine Zerſetzung erfolgen, noch auch durch ſelbige an andern Körpern dergleichen hervorgebracht werden kann, allemahl negativ ſey.

Herr **Read** in Knightsbridge hat ebenfalls mit einem eigenen Apparat vom Jahre 1789 — 1790 Beobachtungen über die Luftelektricität angeſtellt *). Die Atmoſphäre fand er unter 397 Mahlen 241 Mahl poſitiv und 156 Mahl negativ elektriſiret; die Elektricität war 98 Mahl ſo ſtark, daß die Kugel ſeiner Geräthſchaft Funken gab; nur an 7 Tagen des ganzen Jahres hindurch bemerkte er mit unter gar keine Spur von Elektricität. An gewiſſen Tagen ſchien ſie ſo veränderlich, daß die Korkkügelchen von Minute zu Minute mit + E und — E abwechſelten, welches ohne Zweifel eine Wirkung von elektriſchen Atmoſphären war. Nachher von ihm ſehr zahlreich angeſtellte Verſuche und Beobachtungen mittelſt **Bennets** Duplicator der Elektricität ſcheinen ihn aber doch zu belehren, daß man nicht jederzeit die Anzeige von abwechſelnder poſitiver und negativer Elektricität

*) Philoſoph. transact. Vol. LXXXI.; überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 234 f.

tricität in der Atmoſphäre als eine Wirkung elektriſcher Atmoſphären anſehen könne, vielmehr brachten ſie ihn auf die ſtarke Vermuthung, daß die Luft dadurch, daß ſie auf verſchiedene Weiſe, wie durch Athmen, Fäulniß u. ſ. w. ſelbſt in geringem Grade verdorben wird, einen Antheil ihrer natürlichen Elektricität entläßt, und folglich negativ elektriſiret wird. Seine Verſuche nämlich ſcheinen ihn wirklich auf die Folge zu leiten, daß Luft, welche durch thieriſche Reſpiration, oder durch vegetabiliſche Fäulniß inficiret iſt, ſtets negativ elektriſiret ſey, wenn zur ſelbigen Zeit die umgebende Atmoſphäre poſitive Elektricität beſitze. Daher empfiehlt Herr **Read** auch **Bennets** Duplikator der Elektricität ſelbſt als ein nützliches Werkzeug zur Unterſuchung der Elektricität der atmoſphäriſchen Luft in verſchiedenen Graden ihrer Reinheit [α]).

Auch Herr **Volta** [β]) hat in ſeinen meteorologiſchen Briefen ſeine mit dem Strohhalmelektrometer angeſtellten Beobachtungen über die Luftelektricität von mehreren Monaten mitgetheilet.

Herr **L. Cotte** [γ]) zu Montmorenci hat aus ſeinen dreyßigjährigen meteorologiſchen Beobachtungen folgende Reſultate in Anſehung der atmoſphäriſchen Elektricität hergeleitet.

1. Die Elektricität äußert ſich öfter ohne Gewitter, als im Gewitter.

2. Sie wird auch häufiger durch trockene, als durch regnige Wolken veranlaßt.

3. Sie iſt öfter poſitiv als negativ, beſonders wenn ſie durch ſtehende Wolken veranlaßt wird, weil dieſe ohne Zweifel zu entfernet ſind, als daß die aus der Erde ſteigende Elektricität bis dahin reichen könnte; im entgegengeſetzten Falle iſt ſie ſehr veränderlich.

4.

α) Philoſoph. transact. for the year 1794. P. I. S. 266 f.; in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. II. S. 70 f.

β) In *Brugnatelli* bibliotheca fiſica d'Europa; u. a. dem Italiän. überſ. Th. I. Leipz. 1793. 8.

γ) Journ. de phyſique. T. I. an. 2. S. 231.; in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. III. S. 420.

4. Die Atmoſphäre gibt Anzeigen auf Elektricität zu allen Zeiten und zu jeder Stunde des Tages und der Nacht.

Endlich hat auch Herr Haller *) in Fulda ſeine vom Jahre 1792 bis 1796 gemachten Beobachtungen über die Luftelektricität mitgetheilet, und gefunden, daß der Gang der atmoſphäriſchen Elektricität das Jahr hindurch dieſer iſt: Im Winter ſind die Anzeigen derſelben ſchwach; wenn es hoch kömmt, ſo fahren an der Maſchine kleine Funken über; Gegen das Frühjahr hin wächſt ſie allmählich, ſo daß ſie gegen die Mitte des Monaths März das Fadenelektroſkop kräftig afficiret. Im Aprill zeigt ſie ſich mannigmahl des Tages ſehr oft in den ſo genannten Aprillſtürmen, häufig durch Glockenſpiel und Funken. Gegen das Ende des Aprills und im May endlich beweiſet ſie ihre Stärke durch reißende Ströme an der Maſchine. In den Sommermonaten Junius und Julius ſprüht die Maſchine Funken, ſo oft es blitzt; dann iſt Stillſtand, bis auf einen neuen Blitz; hagelt es, dann iſt raſcher Feuerſtrom, der durch einen einfallenden Blitzſtrahl augenblicklich geſtillt wird, um wieder lebhaft anzufangen. Fallen im Herbſte Stürme und Strichregen ein, ſo kehrt die Scene des März zurück; bedecken endlich die Herbſtregen den ganzen Horizont: dann beobachtet man die Maſchine ganz umſonſt; alle Spuren der Elektricität ſind verſchwunden. Hiervon ſind die Ausnahmen durchaus ſelten. Uebrigens haben ihn noch ſeine Beobachtungen gelehret, daß durch die Frühlingsregen mehr elektriſche Materie aus der Atmoſphäre herabkomme, als durch alle Donnerwetter des Sommers zuſammengenommen. Denn

1. regne es in den Monathen März, Aprill und May ſehr häufig; man höre keinen Donner; man ſehe keinen Blitz; nichts deſto weniger ſey die Maſchine in voller Bewegung, beſonders wenn Graupenhagel einfalle. Hingegen herrſche in den Sommermonathen eine Reihe von heitern Tagen, die ſich auf zwey bis drey Wochen erſtrecke; und dieſe Reihe komme

*) In Grens neuem Journal der Phyſik. B. IV. S. 55 f.

komme von Zeit zu Zeit wieder; während dieſer Zeit regne es nicht ein Tröpſchen und die Maſchine ſtehe todt da. Die Vergleichung der Fälle für das Frühjahr mit den für den Sommer gibt für das Frühjahr einen augenſcheinlichen Ueberſchuß an herabkommender elektriſcher Materie.

2. Der Einwurf, daß die Blitzmenge, die durch ein einziges Sommergewitter herabkomme, vielleicht ſo groß ſey als die Menge, die durch mehrere Frühlingsregen herabgeleitet werde, ſey ganz ungegründet, indem eine genaue Vergleichung ganz deutlich beweiſe, daß dem Erdboden im Frühjahre ein Ueberſchuß an Blitzmaterie zugeführet werde.

Weil bey Sommergewittern, welche zugleich Hagelwetter ſind, eben ſo wie in den Frühlingsregen ein ſteter Blitzſtrom Statt hat, ſo iſt es dem Herrn **Haller** wahrſcheinlich, daß die Urſache, warum im Frühlinge ſo viele Blitzmaterie herabkömmt, darin liege, daß die Frühlingsregen meiſtens Graupeln oder doch mit unzerfloſſenen Schneeflecken untermiſcht ſind; es regnet und ſchneyet zugleich. Die Mayregen ſind kühl. Wie aber Graupeln und Hagel mit Blitzmaterie zuſammenhängen, weiß er ſich nicht zu erklären.

Woher die Luftelektricität ihren Urſprung nehme, das läßt ſich nicht mit völliger Gewißheit beſtimmen. Sonſt glaubte man, daß ſie durch Reibung der Lufttheile und Wolken an einander, durch Winde und Luftſtröme verurſachet würde; allein **Wilke** *) hat ſchon bemerket, daß die Erzeugung der Elektricität durch Reiben verſchiedene Körper vorausſetze, wovon der eine poſitiv der andere negativ elektriſiret wird, welches in der Luft keinen andern Erfolg haben könnte, als daß die poſitiven und negativen Theilchen einander anzögen, und die erregte Elektricität wieder verlöhren. Auch haben die Erfahrungen gelehret, daß ſtarke Winde die Luftelektricität vielmehr ſchwächen. Als der Herr **de Sauſſüre**, um die Elektricität aus den höhern Gegenden

*) Bemerk. zu Franklins Briefen über die Elektricität. Leipzig 1758. 8. S. 299.

genden der Atmoſphäre herabzuleiten, eine Bleykugel an einer Schnur von Silberfaden in die Höhe ſchleuderte, ſo wurde ihm von Herrn **Landriani** der Einwurf gemacht, ob nicht die Elektricität, welche die Kugel im Fliegen erhält, durch ihr Reiben an der Luft könne erzeuget worden ſeyn? Um dieß genauer zu unterſuchen, nahm Herr **de Sauſſüre** eine an einer ſeidenen Schnur befeſtigte Kugel, und ſchwang ſie mit großer Schnelligkeit eine Zeitlang in der Luft herum, allein er bemerkte auch nicht die geringſte Anzeige von Elektricität. Endlich wurde Herr **Volta** durch die bey Waſſerfällen und Strudeln, ja ſelbſt bey Schleußen und Mühlrädern bemerkte Elektricität, welche Herr **Tralles** *) beſchreibet, und aus dem Reiben der Waſſertheilchen an der Luft erklärt, veranlaſſet, die Sache einer genauern Prüfung zu unterwerfen. Wiederhohlte Verſuche belehrten ihn hinlänglich, daß Körper, welche eine Zeitlang in der Luft aufs heftigſte beweget wurden, auch nicht die geringſte Spur von erregter Elektricität zu erkennen gaben. Ueberdem ſcheint aber auch die Erregung der Elektricität durchs Reiben der Lufttheilchen an einander unmöglich, da der eigentliche und weſentliche Charakter der Luft, als einer flüſſigen Materie, darin beſtehet, daß kein Reiben der Lufttheilchen an einander Statt finden kann. Daraus ſchließt Herr **Volta**, daß das Reiben der Luft an ſich oder an andern Körpern nie Elektricität erregen könne, und daß die bey den Waſſerfällen und Strudeln erregte Elektricität vielmehr von der durch die Bewegung und Zertrennung begünſtigten ſchnellen Ausdünſtung des Waſſers herzuleiten ſey. Herr **Volta** entdeckte zwar zuletzt, daß Körper, welche an der Luft gerieben gar keine Elektricität zeigten, gepulvert, zerſchabt oder in ſehr feine Theile zertheilet und durch die Luft getrieben, wirklich erregte Elektricität zu erkennen gaben; allein dieſe wurde wirklich, wie man jetzt weiß, durchs Reiben ihrer Theile an einander, indem ſie entweder durchgebeutelt, oder auf eine andere mechaniſche Art ſchnell durch

*) Beytrag zur Lehre der Elektricität. Bern 1786. 8.

die Luft fortgetrieben wurden, erreget. M. ſ. den Artikel, **Elektrophor** (Th. II. S. 137 u. f.).

Canton muthmaßete, daß die Luft, wie der Turmalin, durch die Abwechſelungen der Wärme und Kälte elektriſiret werde. Auch **Wilke** iſt dieſer Meinung zugethan, und hält ſelbſt die Spitzen der Berge, an den ſo oft Gewitterwolken entſtehen, für Turmaline, deren Elektricität durch die Hitze verſtärket werde.

Nach Herrn **Volta** rührt die Entſtehung der atmoſphäriſchen Elektricität allein von der Ausdünſtung her. Er fand mit Hülſe ſeines Condenſators, daß der aufſteigende Waſſerdampf poſitiv elektriſiret ſey. Hierdurch wurde er bewogen anzunehmen, daß das Waſſer, wenn es in Dampf verwandelt werde, mehr Capacität für das elektriſche Fluidum erhalte; die Verdampfung führe daher unaufhörlich Elektricität in die Luft, welche ſich aber daſelbſt nicht eher äußere, bis die Dünſte wieder zu Waſſer würden. Herr **Volta** hat dieſe ſeine Theorie in mehreren ſeiner Schriften, beſonders aber im ſechsten ſeiner meteorologiſchen Briefe ausgeführet, und ſie mit vielen Verſuchen über die Elektricität beym Verdampfen und Verbrennen unterſtützet.

Dagegen hat Herr **de Lüc** das Syſtem des Herrn **Volta** mit ſtarken Gründen beſtritten, und vielmehr behauptet, daß in der Atmoſphäre durch gewiſſe uns noch unbekannte Naturoperationen elektriſches Fluidum ſelbſt gebildet, und wieder zerſetzet werde. Zuerſt bemerket er, daß die Beobachtung des Herrn **de Sauſſüre**, nach welcher bey gewöhnlichem Wetter die Luftelektricität von Sonnenaufgang bis zu einer gewiſſen Stunde des Tages zunehme, verbunden mit der allgemeinen Bemerkung, daß die Gewitter nur dem Sommer zugehören, auf die Vermuthung leite, daß die Sonnenſtrahlen an der Bildung des elektriſchen Fluidums oder doch wenigſtens des fortleitenden Fluidums Antheil haben mögen, wenn auch ihr Einfluß darauf noch nicht ein unmittelbarer ſeyn ſollte. Hernach nehme Herr **Volta** an, daß der poſitive Zuſtand der Elektricität daher

rühre, weil ein heißer Körper, von welchem Waſſer verdunſte, negativ werde, mithin der aufſteigende Dampf poſitiv ſeyn müſſe. Allein es habe der Herr de Sauſſüre gezeiget, daß die Verdampfung Eiſen und Kupfer vielmehr poſitiv mache, ſey auch ſelbſt hierdurch bewogen worden, eine in der Natur vorgehende Zuſammenſetzung und Zerſetzung des elektriſchen Fluidums zu muthmaßen. Vorzüglich aber ſetzt Herr de Lüc der Meinung des Herrn Volta folgende Gründe, die er aus meteorologiſchen Beobachtungen hergenommen hat, entgegen. Er ſagt, wenn das elektriſche Fluidum durch Verdunſtung aus dem Boden in die Atmoſphäre überginge, und ſeine Rückkehr zu dem Boden wieder Statt fände, wenn ſich die Dünſte in Waſſer verwandelten, ſo müßte es bey allen ſtarken und plötzlichen Regengüſſen Donnerwetter geben, indem ſich bey der ſchnellen Bildung des Waſſers das elektriſche Fluidum eben ſo häufig als bey Donnerwettern entbinden müßte; allein es gibt beſtändig häufigere Platzregen ohne Gewitter, als mit ſolchen. Auch müßte jeder Regen merkliche Zeichen poſitiver Elektricität geben, welches doch nicht geſchiehet. Ferner müßte jedes Gewitter Regen mit ſich führen, weil nur zur Zeit des Regens der Waſſerdampf zu Waſſer wird; nun donnert es aber ſehr oft in Gewölken, welche vielmehr durch vermehrte Dünſte verdichtet werden, ohne daß ein Tropfen Waſſer herausfällt. Wenn endlich der Regen ſelbſt nur durch Dünſte erkläret werden kann, welche noch vor der Bildung der Wolken in der Luft zugegen waren, ſo kann ſich die Quelle des elektriſchen Fluidums, welches in einigem Gewölke bemerket wird, nicht in den Dünſten finden. Alle dieſe Gründe machen die Theorie des Herrn Volta ſehr zweifelhaft, ob ſie gleich von dieſem nicht iſt aufgegeben worden.

Die Vorſtellung, welche man ſich ſonſt von der Entſtehung des Blitzes machte, ſo wie auch die Gründe, welche Herr de Lüc dagegen angeführet hat, ſind bereits unter dem Artikel, **Blitz**, angeführet worden.

Der Einfluß der atmoſphariſchen Elektricität auf die Geſundheit des thieriſchen Körpers, auf die Vegetation und Fruchtbarkeit iſt durch Beobachtungen außer allen Zweifel geſetzet. Auch bey der Entſtehung verſchiedener meteorologiſcher Erſcheinungen iſt die atmoſphäriſche Elektricität als unverkennbare mitwirkende Urſache zu betrachten. Herr Achard *) hat beſonders die Nothwendigkeit gezeiget, den meteorologiſchen Beobachtungen, um ſie vollſtändig erklären zu können, auch Angaben der atmoſphäriſchen Elektricität beyzufügen. Er hat bewieſen, daß die Luftelektricität bey dem Thaue ſo nothwendig ſey, daß er ganz ausbleibt oder nur ſehr ſchwach iſt, wenn den Tag vorher die Atmoſphäre keine oder nur eine ſehr geringe poſitive Elektricität gehabt habe. Auch ſcheint die elektriſche Materie bey den Dünſten, Wolken, Regen und ſehr vielen feurigen Meteoren eine große Rolle zu ſpielen, u. ſ. f.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität durch **Krüniz** S. 208 f. **Adams** Verſuch über die Elektricität a. d. E gl. Leipzig 1785. 8. Cap. 12. S. 151 f. Voyages dans les Alpes par *Hor. Bened. de Sauſſure* Tom. III. à Geneve 1786. 4. Chap. 28. **Volta** meteorologiſche Briefe aus dem Italiän. mit Anmerk. des Herausgeb. Th. I. Leipzig 1793. 8. Brief 0. Siebenter Brief des Herrn **de Lüc** an Herrn **de la Metherie** über die Schwierigkeit in der Meteorologie u. ſ. f. aus dem Journal de phyſique Août 1790. überſ. in **Grens** Journal der Phyſik B. IV. S. 234 u. f. §. 13 ff.

Luftelektrometer, atmoſphäriſches Elektrometer (electrometrum aëreum ſ. atmoſphaericum, électrométre aërien ou atmophérique) iſt eine Vorrichtung, die Beſchaffenheit und Stärke der atmoſphäriſchen Elektricität damit zu beobachten. Es gehören auch eigentlich hierher die ſogenannten **elektriſchen Drachen** und **Elektricitätszeiger**, von welchen eigene Artikel handeln. In einem etwas eingeſchränktern Verſtande begreift man unter Luftelectro-

*) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe. 1780.

elektrometer ein ſolches Werkzeug, welches zur Beobachtung der atmoſphäriſchen Elektricität leicht zu gebrauchen iſt, und ohne Schwierigkeit von einem Orte zum andern gebracht werden kann.

Ein ſehr einfaches Werzeug dieſer Art beſchreibt **Cavallo** *): (fig. 55.) a b iſt eine gemeine aus verſchiedenen Gliedern zuſammengeſetzte Angelruthe, von der jedoch das letzte dünnſte Glied abgenommen iſt. Aus dem Ende dieſer Stange geht eine dünne Glasröhre c hervor, welche mit Siegellack überzogen iſt. An ihr befindet ſich ein Stück Kork d, von welchem ein Elektrometer mit Hollundermarkkügelchen herabhängt. h g i iſt ein Stück Bindfaden, welches an das andere Ende der Röhre befeſtiget iſt und bey g von einem Schnürchen f g gehalten wird. Am Ende des Bindfadens bey i iſt eine Stecknadel befeſtiget. Wenn man dieſe in den Kork d ſteckt, ſo iſt das Elektrometer e nicht iſoliret. Will man mit dieſem Inſtrumente die atmoſphäriſche Elektricität beobachten, ſo ſtecke man die Stecknadel i in den Kork d, halte den Stab bey dem untern Ende a, ſtecke ihn zu einem Fenſter in dem oberſten Stockwerke des Hauſes in die Luft heraus, und halte das andere Ende der Röhre mit dem Elektrometer ſo hoch, daß der Stab mit dem Horizont einen Winkel von 50 bis 60° macht. In dieſer Stellung halte man das Werkzeug einige Sekunden, ziehe alsdann an dem Bindfaden bey h, und mache dadurch die Stecknadel von dem Korke los, wobey der Bindfaden in die punktirte Lage k l kömmt, das Elektrometer aber iſolirt, und auf die der Elektricität der Atmoſphäre entgegengeſetzte Art elektriſiret bleibt. Hierauf bringe man den Stab ins Zimmer zurück, und unterſuche die Beſchaffenheit der Elektricität.

Auch dient zur Unterſuchung der atmoſphäriſchen Elektricität ein von **Cavallo** angegebenes Elektrometer, welches von **Adams** iſt beſchrieben, und bereits unter dem Ar-

*) Vollſtänd. Abhandl. der Lehre der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 343.

tikel, **Elektrometer** (Th. II. S. 81.) angegeben worden. Will man mit dieſem Elektrometer die atmoſphäriſche Elektricität unterſuchen, ſo hält man es unten in der freyen Luft, ſo daß man die Korkkügelchen bequem ſehen kann. Dieſe werden ſogleich aus einander gehen, wenn Elektricität genug vorhanden iſt. Ihre Beſchaffenheit, ob ſie poſitiv oder negativ ſey, kann man nachher leicht erforſchen, wenn man ein geriebenes Stück Siegellack oder einen andern elektriſchen Körper der meſſingenen Kappe nähert.

Nach Herrn **Achard** *) ſind die nothwendigen Eigenſchaften eines guten atmoſphäriſchen Elektrometers dieſe: muß es zum Gebrauche leicht ſeyn, den Grad und die Beſchaffenheit der Elektricität beſtimmt angeben; dem Beobachter bey Gewittern keiner Gefahr ausſetzen, und ſich bequem tragen laſſen. Bey Verfertigung eines ſolchen Inſtrumentes macht die größte Schwierigkeit die Iſolirung, welche auch bey feuchter Witterung und beym Regen vollkommen ſeyn ſoll. Herrn **Achards** Elektrometer beſteht aus einem hohlen abgekürzten Kegel von Zinn, deſſen oberes Ende offen, das untere aber durch eine zinnerne Platte verſchloſſen iſt. Dieſe Platte iſt auf der innern Seite mit einer zwey Zoll dicken Lage von Pech überzogen; an die untere Fläche dieſer Lage von Pech iſt eine zinnerne Röhre gekittet, welche man auf ein hölzernes Stativ ſetzen, und dadurch den Kegel ſo ſtellen kann, daß ſeine größere niederwärts gekehrte Grundfläche horizontal ſteht; das Pech iſoliret den Kegel vollkommen, und hindert den Verluſt ſeiner Elektricität, wenn er elektriſiret wird. Der Kegel muß hoch genug, und ſeine untere Grundfläche in Vergleichung mit der obern groß genug ſeyn, um den Regen, wenn er auch ſchief auffallen ſollte, abzuhalten, daß er nicht entweder im Falle ſelbſt, oder beym Abſpritzen vom Fußgeſtelle die untere Fläche des Pechs beſpritze, mit welchem der Boden des Kegels inwendig bedeckt iſt; ſonſt würde der Kegel nicht mehr iſoliret ſeyn, und das Elektrometer ſich in einen Leiter

*) Mémoir. de l'Academ. de Pruſſe. 1780.

leiter verwandeln. An dem ſchmalen Theile des Kegels befeſtiget Herr **Achard** einen viereckigen eiſernen Stab, und hängt an denſelben ein Thermometer und zwey Elektrometer, von denen das eine ſehr leicht iſt, und ſich alſo durch ſehr geringe Grade der Elektricität in Bewegung ſetzen läßt, das andere aber mehr Schwere hat, und ſich daher nur dann bewegt, wenn die Elektricität für das leichtere Elektrometer zu ſtark wird. Außer dieſen beiden Elektrometern bindet Herr **Achard** noch einen Faden an den eiſernen Stab, welcher durch ſein Aufſteigen die geringſten Grade der Elektricität anzeigt. Das Ganze iſt in eine oben und unten offene gläſerne Glocke eingeſchloſſen. Der Grund dieſer Glocke iſt ebenfalls mit Pech iſoliret, damit er keine Elektricität von dem zinnernen Kegel ableite. Auch die obere Oeffnung der gläſernen Glocke, durch welche der eiſerne Stab hindurch gehet, iſt mit Pech ausgefüllt, und um dieſes Pech vor dem Regen zu beſchützen, wird es mit einem gläſernen Trichter bedeckt, durch welchen der eiſerne Stab ebenfalls durchgehet. Ans Ende dieſes eiſernen Stabes können hohle und leichte zinnerne Röhren geſchraubet, und hiermit eine Höhe von 20 bis 30 Fuß erreichet werden, weil das oberſte Ende der Röhre allezeit wenigſtens 6 Fuß über alle in der Nähe befindliche Gegenſtände hervorragen muß, Die letzte Röhre endiget ſich oben in eine eiſerne ſehr ſcharfe und vergoldete Spitze.

Um zu beſtimmen, ob die Elektricität der Luft poſitiv oder negativ ſey, geht von dem eiſernen Stabe durch das Pech am Boden des abgekürzten Kegels ein Draht herab, an welchen man eine Korkkugel an einen leinenen Faden hängt. Bringt man nun dieſer Kugel elektriſirte Körper nahe, ſo wird man dadurch die Beſchaffenheit der Elektricität, welche das Inſtrument von der Luft angenommen hat, leicht wahrnehmen können.

Um den Beobachter gegen plötzliche Anhäufungen der Elektricität zu ſchützen, wird an das Fußgeſtelle ein eiſerner Stab befeſtiget, welcher einige Fuß tief in die Erde ge-

laſſen wird. Das obere Ende dieſes Stabes iſt mit einem Knopf verſehen, welcher etwa einen Zoll weit vom Kegel abſtehet. Auf dieſe Weiſe wird ſich die ſtark angehäufte Elektricität jederzeit durch einen Schlag auf den Knopf entladen, und durch den metallenen Stab in die Erde abgeführet werden. Befindet ſich dieſes Inſtrument in einer Dachkammer, ſo muß ſtatt des eiſernen Stabes eine metalliſche Ableitung bis zur Erde angebracht werden, welche als ein vollkommener Blitzableiter dienen kann, wenn der Knopf mit dem Kegel in Berührung gebracht wird. Will man es hingegen im Freyen gebrauchen, ſo muß der Boden, auf welchen es ſtehet, rund herum wenigſtens auf 2 bis 3 Fuß über der Peripherie der untern Grundfläche des Kegels gepflaſtert werden, damit ſich der in die Höhe ſteigende Thau nicht an den Kegel anlegen, und die Iſolirung unvollkommen machen könne.

Das Luftelektrometer des Herrn **de Sauſſüre** iſt fig. 56. abgebildet. Die gläſerne Glocke hat einen meſſingenen Boden b c, mit welchem die an der Wand der Glocke in- und auswendig angeklebten Stanniolſtreifen e, e, e, e in leitender Verbindung ſind. Dieſe Stanniolſtreifen ſind dieſerwegen vorhanden, um die Elektricität, welche nach den Verſuchen in der Glocke zurückgeblieben iſt, abzuleiten. Die beiden Kugeln f ſind von Hollundermark von einer halben Linie oder etwas darüber im Durchmeſſer, welche an ganz feinen Metalldrähten aufgehängt ſind, die ſich in kleinen Ringen ſehr frey bewegen können. Durch dieſe Einrichtung des Werkzeuges erhält man beſonders den nicht geringen Vortheil, daß man alle Elektricität ganz ſicher aus dem Apparat wegbringen kann, wenn man mit der einen Hand den Boden b c und mit der andern den Haken a berühret. Die Bleykugel g, welche hier als in der Luft fliegend vorgeſtellet iſt, iſt an der metallenen Schnur g h befeſtiget, die vermittelſt der metallenen Zwinge h mit dem Haken a in Verbindung ſtehet. g ſ iſt eine ſtarke ſeidene Schnur, feſt an die Kugel g gebunden, um dieſe bequem in die Luft ſchleudern zu können.

Herr

Herr de Sauſſüre bemerket noch, daß man dieſen Apparat bey Gewittern nicht in die Hand nehmen, ſondern ſich lieber davon entfernen müſſe, um nicht dadurch den Bliß nach ſich zu leiten.

Bey der Unterſuchung der atmoſphäriſchen Elektricität bediente ſich der Herr de Sauſſüre ſtatt des Hakens einer metallenen Spiße, welche, um ſie tragbar zu machen, aus drey in einander geſchraubten Stücken zuſammengeſeßet werden konnte. Beym Regenwetter oder Schnee wurde das Inſtrument noch durch einen kleinen Regenſchirm bedecket.

Mit dieſem Werkzeuge wurden die Beobachtungen vom Herrn de Sauſſüre auf folgende Art angeſtellet. Zuerſt unterſuchte er, in welcher Höhe über der Erdfläche er dieß Elektrometer an den metallenen Boden halten müßte, wenn es einige Anzeige von Elektricität geben ſolle. Nahe an der Erdfläche bemerkte er entweder gar keine oder doch nur eine geringe Spur von Elektricität. Gewöhnlich war die Höhe, in welcher er die Luftelektricität wahrnahm, 4 bis 5 Fuß, bisweilen ſo hoch, als er mit der Hand reichen konnte; mannigmahl, jedoch ſehr ſelten, war auch eine größere Höhe erforderlich. Zu andern Zeiten hingegen zeigte das Werkzeug ſchon Elektricität, wenn es gleich, ſelbſt ohne Leiter, auf der Erde ſtand. Bey heiterem und ſtillem Wetter fand er die Elektricität der Luft erſt in einer Höhe von 40 bis 50 Fuß merklich. Um alſo dieſes Werkzeug in einer ſolchen Höhe brauchen zu können, hatte eben der Herr de Sauſſüre die Kugel g an die etwa 50 bis 60 Fuß lange Schnur gh aus drey feinen Silberfäden befeſtiget. Er nahm das Inſtrument in die linke Hand, und ſchleuderte mit der Rechten die Kugel ſo hoch in die Luft, als es ihm möglich war. Nachdem nun hierdurch die metallene Schnur ſo ſtraff als es ſeyn konnte, ſich ausgedehnet hatte, ſo waren Kugel und Schnur aufs vollkommenſte iſoliret, indem der untere Theil der Schnur nur noch die Zwinge h und den Haken a berührte, welche durch das Elektrometer iſoliret waren. Flog die in die Luft geſchleuderte Kugel noch

etwas weiter, ſo riß ſie die Zwinge vom Haken a los, und ließ das Elektrometer mit der ihm vorher mitgetheilten Elektricität beladen zurück.

Um nun die Stärke der atmoſphäriſchen Elektricität in einer gegebenen Höhe zu meſſen, brachte er das Elektrometer vor ſeine Augen, und bemerkte, wie weit hier die Kugeln aus einander gingen. Die Größe der Divergenz der Kugeln zeigten Ziffern am Rande der Glocke eingegraben an. Hierauf nahm der Herr **de Sauſſüre** zwey ſich ziemlich gleiche Elektrometer, und elektriſirte das eine ſo ſtark, daß die Divergenz der Kugeln von einander 6 Linien betrug, und berührte den Haken desſelben mit dem Haken des nicht elektriſirten Elektrometers. Hierdurch theilte ſich gleichſam die Elektricität des einen in zwey gleiche Theile, und die Kugeln ſtanden nun in beiden vier Linien aus einander. Die Verminderung der Elektricität bis zur Hälfte verminderte alſo die Divergenz der Kugeln nur um ein Drittel. Hiernächſt nahm er dem einen ſeine Elektricität wieder, und vertheilte abermahls die des einen durch beide, worauf die Divergenz der Kugeln von einander 2,8 Linien ausmachte, welches beynahe eben wieder das vorige Verhältniß iſt. Nach der dritten Wiederhohlung blieb ihre Divergenz auf 1,9 Linien, abermahls in dem vorigen Verhältniſſe; bey der vierten Wiederhohlung aber näherte ſich das Verhältniß dem einfachen direkten und die Kugeln kamen auf 1. Die Elektricität ward nun ſo ſchwach, daß ſie ſich nicht mehr gleichförmig vertheilen konnte. Wiederhohlte Verſuche gaben ihm die nämlichen Reſultate. Auch die negative Elektricität richtete ſich nach dieſem Geſetz. Der Herr **de Sauſſüre** hält zwar ſelbſt dieſe Verſuche noch nicht für hinreichend, das wahre Geſetz der Stärke des elektriſchen Abſtoßens daraus zu beſtimmen; allein deſſenungeachtet hat er hiernach eine Tabelle berechnet, welche die Stärke der Elektricität für jede Viertellinie Divergenz der Kugeln angibt.

Durch Hülfe dieſer Elektrometer wurde die atmoſphäriſche Elektricität von dem Herrn **de Sauſſüre** auf folgende

gende Art gemeſſen. Er wählt einen freyen, von Bäumen und Gebäuden entfernten Platz, legt darauf das Elektrometer mit aufgeſteckter Spitze wagrecht nieder, um ſelbigem eine dem Erdboden gleiche Elektricität mitzutheilen. Hierauf bringt er es in eine vertikale Lage, erhebt es bis zur Höhe ſeiner Augen, und beobachtet die Divergenz der Kugeln nach Vierteln einer Linie. Hiernächſt läßt er es in vertikaler Richtung wieder gegen den Erdboden nieder, und bemerkt zuletzt die Höhe der Spitze von der Erde, da die Kugeln einander völlig berühren. In dieſer Höhe fängt nämlich die Luftelektricität merklich zu werden an. Wäre die Elektricität ſo ſtark, daß die Kugeln noch immer aus einander gehen, wenn gleich das Elektrometer bis zur Erde gekommen iſt, ſo ſchraubt er ein Drittel von dem Metallſtabe ab, und ſo auch das zweyte; ja im nöthigen Falle nimmt er die ganze Spitze hinweg. Das letztere iſt ihm nur beym Regenwetter vorgekommen, und er nimmt alsdann die Höhe = o an, weil er die Höhe des Elektrometers weiter nicht betrachtet. Wäre hingegen die Elektricität ſo ſchwach, daß das Elektrometer in der Höhe ſeiner Augen, wobey die Spitze 7 Fuß von der Erde abſtehet, noch keine Spur von Elektricität gibt, ſo erhebt er es noch einen Fuß höher, und weil er alsdann die Kugeln nicht mehr ſehen kann, ſo berühret er mit der andern Hand den Haken, und bringt es nach beendigter Berührung auf den Erdboden nieder, um zu ſehen, ob es ſich elektriſiret hat; in dieſem Falle, ſagt er, ſey die Elektricität bey 8 Fuß Höhe merklich worden. Findet er es aber nicht ſo, ſo hält er das Elektrometer mit ausgereckten Armen in die Höhe, und wiederhohlt das vorige Verfahren. Findet er hierbey Elektricität, ſo ſagt er, die Elektricität ſey bey 9 Fuß Höhe merklich worden. Bemerket er aber auch hier keine Elektricität, ſo hält er ſein Elektrometer für den jetzigen elektriſchen Zuſtand der Atmoſphäre unzureichend, und bedienet ſich alsdann der Bleykugel, um die Elektricität in den höhern Gegenden zu unterſuchen.

Durch dieſes Verfahren hat der Herr de Sauſſure nach ſeiner Verſicherung atmoſphäriſche Elektricität gefunden, wovon 100 Fuß hohe Leiter nicht die geringſte Spur gaben. Die Empfindlichkeit ſeines Elektrometers ſchrieb er einzig der vollkommenen Iſolirung zu, welche bey feſtſtehenden Leitern wegen der Feuchtigkeit der Luft ſo unvollkommen wird, daß ſie vielmehr als wirkliche Leiter zu betrachten ſind; ein ſo kleines Werkzeug hingegen beſtändig trocken erhalten werden kann.

Außer dem Gebrauche zur Unterſuchung der Luftelektricität kann man auch dieſes Elektrometer ſehr vortheilhaft zu andern Abſichten einrichten. So kann es die Stelle eines Condenſators vertreten, wenn man es auf ein Stück Wachstaffet ſtellt, das rund um den Rand etwas übergehet. Die zu prüfenden Körper muß man aber alsdann nicht mit dem Haken a, ſondern mit dem metallenen Boden in Berührung bringen. Dieſe Art des Condenſators gewähret den Vortheil, daß man ſogleich beym Niederſetzen gewahr wird, ob der Wachstaffet ſelbſt eine eigenthümliche Elektricität beſitzet, und von welcher Beſchaffenheit dieſelbe ſey.

Auch läßt ſich dieſes Elektrometer zur Unterſuchung der Güte eines Leiters gebrauchen. Bringt man es nämlich auf einen ſchlechten Leiter, z. B. auf trockenen Marmor, und elektriſiret den Haken zu wiederhohlten Mahlen, und berühret alsdann ſelbigen, ſo werden die Kugeln zuſammengehen, und alle Elektricität wird vernichtet ſcheinen; hebt man aber das Elektrometer an dem nämlichen Haken in die Höhe, ſo wird man gewahr werden, daß die Kugeln wieder aus einander gehen, weil der ſchlechte Leiter mit dem Metallboden des Elektrometers eine Art von Elektrophor bildet. Wenn im Gegentheil der Körper, auf welchen das Elektrometer geſtellet worden, ein guter Leiter iſt, ſo wird bey Berührung des Hakens mit dem Finger alle Elektricität ſogleich verloren gehen, und auch keine beym Aufheben des Elektrometers wieder zum Vorſchein kommen.

Ferner kann man mit dieſem Elektrometer die Elektricität der Haare, Kleider, Steine, Hölzer und verſchiedener

anderer Körper bemerklich machen. Man faßt es nämlich an dem metallenen Boden an, und thut mit dem Haken einen raſchen Strich an dem zu prüfenden Körper, wobey die Kugeln ſogleich aus einander gehen. Die Elektricität, welche der Haken dadurch erhält, iſt die entgegengeſetzte von der, welche der geriebene Körper hat. Ihre Beſchaffenheit läßt ſich nun leicht durch Anhalten einer geriebenen Siegellackſtange erfahren.

Der Apparat des Herrn **Volta**, welchen er in ſeinen meteorologiſchen Briefen beſchreibet, iſt von dem des Herrn **de Sauſſüre** wenig verſchieden: er gebrauchet nur ſtatt der gläſernen Glocke ſein Flaſchenelektrometer mit Strohhalmen. M. ſ. den Artikel, **Elektrometer** (Th. II. S. 94.). Durch den Deckel der Flaſche führt er ebenfalls, wie der Herr **de Sauſſüre**, einen Metalldraht, deſſen Spitze er aber mit einer angezündeten Kerze oder einem angezündeten Schwefelfaden verſiehet. Eine ſolche Flamme ſaugt die Elektricität mit ungemeiner Geſchwindigkeit und Stärke ein, und iſt nach Herrn **Volta** das wirkſamſte Mittel, ein Elektrometer gegen die geringſten Grade der Luftelektricität empfindlich zu machen. Wenn noch außerdem dieſelbe in einer kleinen Verſtärkungsflaſche geſammelt, und alsdann durch den Condenſator verdichtet wird, ſo bewirket ſie leicht eine Divergenz von etlichen Graden, wenn gleich die Strohhalmen im einfachen Elektrometer ohne Lichtflamme nur um $\frac{1}{300}$ eines Grades divergiren. Uebrigens zeiget Herr **Volta** ſehr umſtändlich die Vortheile, welche man durch den Gebrauch einer Lichtflamme an der Metallſpitze bey den Beobachtungen erhalte. Denn 1) erlange der zuleitende Draht 2 bis 3 Mahl ſtärkere Zeichen der Elektricität, 2) finde man dadurch die Elektricität derjenigen Luftſchichte, in welcher das Licht brennt, unmittelbar, 3) werde durch die Flamme ein dauernder elektriſcher Zuſtand des Leiters bewirket: indem dadurch ein beſtändiger Luftzug entſtehe, wodurch immer neue mit Elektricität beladene Luft ſtatt der zerſetzten zuſtröme, 4) ſammle der Leiter mit der Lichtflamme ſo lange

ein

ein, bis er ganz mit der Luft im Gleichgewichte ſtehe; daher könne auch nie ein Irrthum über die poſitive oder negative Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Elektricität entſtehen. Uebrigens beweiſet er, daß die größere Divergenz der Strohhalme nicht etwa von einer eigenen Elektricität der Flamme herrühre, auch daß man von der Unbeſtändigkeit der Flamme nichts zu befürchten habe. Alle die Vorzüge ſind dem Herrn **Volta** ſo wichtig, daß er behauptet, man könne die Lichtflamme bey ſeinen Beobachtungen gar nicht entbehren.

Der Herr **John Read** bediente ſich zu ſeinen zu Knightsbridge angeſtellten Beobachtungen über die Luftelektricität eines eigenen ſtehenden Luftelektrometers. In einer gläſernen Säule von 22 Zoll Länge iſt eine 20 Fuß lange, unten 2 Zoll und oben 1 Zoll im Durchmeſſer haltende Stange von Tannenholz eingekittet. Das andere Ende der gläſernen Säule ſteht in dem Loche eines hölzernen Fußes, welcher an dem Vordertheile eines in einer Mauer eingeſchlagenen eiſernen Armes ſteckt, und ſo das Ganze trägt. Ungefähr 13 Fuß über dem eiſernen Arme iſt noch ein hölzerner Arm in die Mauer befeſtiget, welcher eine ſtarke Glasröhre ſenkrecht hält, durch welche die hölzerne Stange ſanft hindurchgeſchoben werden kann, um die Glasſäule, welche die Stange hält, in das Loch des hölzernen Fußes einzulaſſen. Auf dieſe Weiſe wird die Stange 12 Zoll von der Mauer entfernet feſte gehalten. Die Glasröhre iſt da, wo ſie von dem hölzernen Arme gehalten wird, mit einem Korkfutter verſehen, damit die Stange, wenn ſie vom Winde gebogen wird, die Röhre nicht berühren und zerbrechen könne.

Beyde die Glasröhre und Glascylinder ſind mit Siegellack überzogen, und durch zinnerne Trichter vor dem Regen geſchützt. Am obern Ende der Stange befinden ſich mehrere ſcharf zugeſpitzte Drähte, wovon zwey von Kupfer ſind, jeder $\frac{1}{8}$ Zoll dick, die um die Stange herum geflochten werden, und bis an die meſſingene Zwinge des untern zinnernen Trichters reichet; an dieſe Zwinge ſind ſie angelöthet, um ihre Berührung deſto vollkommener zu machen.

In

In einer ſchicklichen Höhe vom Boden des Zimmers geht ein Loch durch die Wand, in welchem eine mit Siegellack überzogene gläſerne Röhre ſteckt. Durch dieſe iſt ein ſtarker Meſſingdraht von der Stange ins Zimmer geführet, welcher durch eine gleich hinter dem Ende der Glasröhre befindliche zweyzöllige meſſingene Kugel geht, und hinter derſelben noch etwas weiter ſich erſtreckt. An dem Ende dieſes Meſſingdrahtes iſt ein Korkkugelelektrometer aufgehängt, ſo daß es etwa 12 Zoll von der Wand entfernet iſt. Außen an der Wand iſt eine hölzerne Büchſe angebracht, um die Glasröhre vor Feuchtigkeit zu ſchützen.

Zwey Zoll weit von der meſſingenen Kugel befindet ſich eine Glocke, welche von einem ſtarken Drahte gehalten wird. Dieſer Draht geht ebenfalls durch ein Loch in der Mauer, und iſt mit dem Boden in einer leitenden Verbindung. Zwiſchen der Glocke und Kugel iſt noch ein metallenes Kügelchen von 0,3 Zoll im Durchmeſſer an einem ſeidenen Faden aufgehängt, welches als Klöppel bey hinlänglich ſtarker Ladung der Stange dienet. Unter der Glocke und Kugel ſteht ein Tiſch, auf welchen nöthiger elektriſcher Apparat geſetzet werden kann.

Die ganze ſenkrechte Höhe von der feuchten Erde an bis zur äußerſten Spitze der Stange iſt 52 Fuß, welche er hernach noch um 9 Fuß erhöhete, und alle iſolirende Theile unter die Dachung des Hauſes brachte, indem er im September 1790 den ganzen Apparat im Freyen, ungeachtet der guten Iſolirung, bey der feuchten Witterung unbrauchbar fand.

Auch fügt er noch die Bemerkung hinzu, daß er in dem untern nicht iſolirten Theile des Apparats, nämlich in der metalliſchen Ableitung der Glocke nach dem feuchten Erdboden, jederzeit die entgegengeſetzte Elektricität von derjenigen gefunden habe, welche der obere iſolirte Theil, an welchem die Korkkugeln hängen, hatte.

Außer dieſen eigenen Einrichtungen, gebrauchet man auch zu den Beobachtungen der Luftelektricität die Elektricitätszeiger, welche beſonders ins Große zu Mannheim, Fulda

und Gotha errichtet ſind, und ein jedes empfindliche Elektrometer. So bediente ſich Herr **Lampadius** *) zu ſeinen Beobachtungen über die Luftelektricität des Blatgoldelektrometers. Er bemerket aber dabey, daß es durch die feuchte Luft in der Nacht oder in einem Zimmer viel von ſeiner Empfindlichkeit verliere. Daher trocknet er es allemahl vor dem Gebrauche entweder am Ofen oder an einem andern Feuer, reibt alsdann eine Siegellackſtange von 8 Zoll auf einem 8 Zoll langen Stücke Wollenzeuge drey Mahl, und hält hierauf die Stange horizontal zwey Fuß hoch über das Elektrometer ohne alle Spitzen. Dieſe Siegellackſtange muß in dieſer Stellung an den Goldblättchen eine Divergenz von einer Linie bewirken, wenn es die gehörige Trockenheit haben ſoll. Zum Einſaugen der Elektricität gebrauchet Herr **Lampadius** den Dampf von brennendem Zunder, ſo wie Herr **Volta** die Lichtflamme. Dieſer Dampf leitet die Elektricität ſelbſt noch da, wo ſie der Condenſator nicht mehr angibt. Um die Leitung der Elektricität noch mehr zu vergrößern, kann man drey oder vier ſpitzige Leiter von einem Fuß Länge aufſetzen. Uebrigens hat man nicht zu befürchten, daß die hierbey beobachtete Elektricität etwa von der Verbrennung des Zunders herrühre; denn wenn man den Verſuch nahe am Erdboden oder im Zimmer anſtellet, ſo zeiget ſich gar keine Spur von Elektricität.

Luftelektrophor. Dieſe ſehr uneigentliche Benennung hat Herr **Joſeph Weber** β) einer eigenen Einrichtung, die man als Elektriſirmaſchine und Elektrophor zugleich gebrauchen kann, gegeben. Man ſpannt nämlich in einen etwa drey Schuh langen und zwey Schuh breiten hölzernen Rahmen Glanzleinwand, Wollenzeug, Tuch, Papier,

*) Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmoſphäre, angeſtellt im Jahre 1792. nebſt der Theorie der Luftelektricität nach den Grundſätzen des Herrn de Lüc. Berlin und Stett. 1793. 8. Cap. 1

β) Neue philoſoph. Abhandl. der churbay. Akademie der Wiſſenſch. B. 1. 177 . imgl. Joſeph Webers Abhandl. von dem Luftelektrophor 2te Aufl. Ulm 1779. 8.

pier, Leder u. dergl. erwärmt es alsdann und reibt die Fläche mit einem warmen Haſen- oder Katzenpelz, wodurch ſie eine beträchtliche Elektricität erhält. Herr **Weber** beſeſtiget dieſen Rahmen in ein ſenkrecht ſtehendes Geſtell, welches wie ein Hitzſchirm an den warmen Ofen geſtellet oder im Sommer der Sonnenhitze ausgeſetzet werden kann. Hierauf ſetzt man an das Geſtelle ein kleines Tiſchchen mit einem in eine gläſerne Flaſche gekitteten und umgebogenen metallenen Rohr, an deſſen Ende ſich eine gegen den Rahmen gekehrte Quaſte von Metallfäden befindet. Dieſes Rohr thut alle Dienſte eines erſten Leiters, und man darf nur die Körper, welchen man Elektricität mittheilen will, durch einen iſolirten Draht mit dieſem Rohre verbinden. Auf ſolche Art thut dieſe Vorrichtung die Dienſte einer Elektriſirmaſchine. Die Wirkungen derſelben ſind ſtärker, als man vermuthen ſollte, und beſonders im Dunkeln zeigt ſich das Licht ſehr lebhaft.

Der Rahmen allein ohne Geſtelle dient als Elektrophor. Man bringt nämlich denſelben in eine horizontale Stellung, und unterſtützt ihn ſo, daß das eingeſpannte Zeug bloß von der Luft berühret wird. Da nun die Elektricität der geriebenen Fläche negativ iſt, ſo wird eine darauf geſetzte, berührte und wieder abgenommene Trommel poſitiv elektriſiret. M. ſ. **Elektrophor.** Hierbey muß aber das eingeſpannte Zeug ganz frey bleiben und bloß die Luft berühren. Die Urſache hiervon liegt darin, daß geriebene dünne Körper an jeder Fläche, an welcher ſie anliegen, leicht kleben, und in dieſem Zuſtande gar keine elektriſche Erſcheinungen zeigen. So klebt die geriebene Glanzleinwand an der Wand des Zimmers, und zeigt in dieſem Zuſtande gar keine Elektricität. Erſt nachher, wenn ſie von der Wand losgeriſſen und frey in der Luft gehalten wird, gibt ſie wieder elektriſche Erſcheinungen. Eben dieſer Umſtand hat Herrn **Weber** veranlaſſet, dieſer Vorrichtung den Rahmen eines Luftelektrophors zu geben.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität B. I. Leipz. 1797. S. 384 u. f.

Lufterſcheinungen ſ. **Meteore.**

Luftgattungen ſ. **Gas.**

Luftgütemeſſer ſ. **Eudiometer.**

Luftkreis, Dunſtkreis, Dunſtkugel, Atmoſphäre der Erde (atmoſphaera terreſtris, atmoſphère de la terre). Hierunter verſteht man die geſammte die ganze Erde umgebende Luftmaſſe. Ihr Daſeyn beweiſet die Erfahrung, indem auf der ganzen Oberfläche der Erde, auch ſelbſt auf den höchſten Bergen, wo Menſchen hingekommen ſind, Luft anzutreffen iſt. Indeſſen macht die Luft nicht den einzigen Beſtandtheil der Atmoſphäre unſerer Erde aus, vielmehr ſteigen in ihr unzählbare Subſtanzen auf, welche in ihren Miſchungen und Verhältniſſen unaufhörlich abgeändert werden. Dahin gehören beſonders die Dünſte, daher auch der Luftkreis den Nahmen des **Dunſtkreiſes** oder der **Dunſtkugel** erhalten hat. Wegen der Schwere der Luft iſt die Atmoſphäre mit der Erde unzertrennlich verbunden und folgt daher ſowohl der täglichen als auch der jährlichen Bewegung derſelben.

Auch wirkt die Atmoſphäre, wie jede andere ſchwere und elaſtiſche flüſſige Materie, auf die Oberfläche der Körper und auf die Erdfläche nach den Geſetzen des Drucks ſchwerer und elaſtiſcher flüſſiger Materien. M. ſ. **Elaſticität** (Th. I. S. 846 u. f.). Es iſt alſo der geſammte Druck, den die Erdfläche von der Atmoſphäre erleidet, dem Gewichte des ganzen Luftkreiſes gleich. Weil ferner flüſſige ſchwere Materien nach allen möglichen Richtungen hin gleich ſtark drücken, ſo begreifet man leicht, warum ſelbſt das dünnſte Blatt Papier, wenn es frey in der Luft gehalten wird, ungeachtet das ganze Gewicht der obern Luft auf ihm liegt, nicht gekrümmt werden kann, weil es von allen Seiten mit Luft umgeben iſt, und dieſe es ſo ſtark von unten nach oben als von oben nach unten drückt.

Wenn in der Atmoſphäre einige Körper niederfallen, andere aber aufſteigen, ſo iſt dieß ein Zeichen, daß die erſtern ſpecifiſch ſchwerer die andern hingegen ſpecifiſch leichter

ſind als die Luft. M. ſ. Schwere, ſpecifiſche. So ſteigt der Rauch in der untern Luft auf wegen ſeiner geringern ſpecifiſchen Schwere als die der untern Luft; ſobald er aber in eine obere Luftſchicht gekommen iſt, die ſpecifiſch eben ſo ſchwer iſt, ſo ſieht man ihn nach einer horizontalen Richtung fortziehen. Weil ſich aber auch bey uns die Atmoſphäre in ihrer Dichtigkeit ſehr oft und ſehr merklich verändert, ſo ſieht man auch öfters den Rauch niederfallen, anſtatt in die Höhe zu ſteigen. Auf eine ähnliche Art, wie der Rauch in der Luft in horizontaler Richtung ſich verbreitet, ſchwimmen auch die Wolken in der obern Luft, weil ſie eigenthümlich leichter ſind, als die untere Luft. Sie ſind um deſto höher über der Erde, je ſpecifiſch leichter ſie ſind, und befinden ſich allezeit in einer Luftſchicht, die mit ihnen eine gleiche ſpecifiſche Schwere hat. Wenn wir daher einen Körper in der Luft wägen, ſo erfahren wir nie ſein wahres Gewicht, indem ein jeder Körper in der ruhigen Luft ſo viel von ſeinem Gewichte verlieret, als die Luft wiegt, die er aus der Stelle treibt.

Iſt der Druck der Atmoſphäre von allen Seiten her nicht gleich ſtark, ſo wird nun nothwendig der ſtärkere Druck Wirkungen hervorbringen müſſen, bis alles wieder ins Gleichgewicht gekommen iſt. Dergleichen nimmt man täglich auch bey den gemeinſten Begebenheiten gewahr, wiewohl ihre wahre Urſache bis zur Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts unbekannt blieb. Hierher gehöret beſonders das Phänomen des Saugens. In einer gemeinen Saugpumpe, deren Oeffnung in das Waſſer eingeſenket iſt, folgt das Waſſer wider die Natur ſeiner Schwere des genau anſchließenden und in die Höhe gezogenen Kolbens, füllt den innern Raum der Pumpe mit Waſſer an, und fließt zuletzt durch eine in die Höhe angebrachte Ausgußröhre zum anderweitigen Gebrauche wieder ab. Unſtreitig iſt die Urſache hiervon keine andere als dieſe: iſt der genau anſchließende Kolben bis zum Waſſerpaß niedergedrückt, ſo ſteht nun vermöge hydroſtatiſcher Geſetze das Waſſer in der Saugröhre

eben ſo hoch als es außerhalb derſelben ſich befindet; wird aber der Kolben in der Röhre in die Höhe gezogen, ſo entſtehet zwiſchen dem Kolben und dem Waſſer ein luftleerer Raum, mithin wird auf dieſer Seite der Druck der Atmoſphäre gegen die Waſſerfläche aufgehoben, und der Druck der Luft auf die äußere Waſſerfläche erhält ein Uebergewicht, wodurch alſo nothwendig das Waſſer in die Röhre hineingetrieben wird, und im luftleeren Raume aufſteigen muß. Dieſer Erſcheinung wegen hatte **Ariſtoteles** der Natur eine **Abneigung gegen den leeren Raum** beygeleget. Daraus erklärten überhaupt die Alten die Erſcheinungen der Saugwerke, Heber und anderer hydrauliſcher Maſchinen, wie man am beſten aus der Schrift des **Herrn von Alexandrien** *) erſehen kann. Darin wird beſonders der Luft und dem Waſſer eine anziehende Kraft beygeleget, durch welche dieſe Körper vermögend ſeyn ſollen, jeden leeren Raum zu füllen, und auch andere Körper nach ſich zu ziehen. Daher auch ein Gefäß, aus welchem man die Luft ſauge, an den Lippen hängen bleibe u. ſ. w. Durch den Grundſatz von der Abneigung der Natur gegen den leeren Raum ſuchten die ſcholaſtiſchen Phyſiker, wiewohl von verſchiedenen mit einigen Abänderungen, ſehr viele Naturbegebenheiten zu erklären. **Galilei** endlich entdeckte durch einen mißlungenen Verſuch eines Gärtners zu Florenz, welcher in einer Saugpumpe das Waſſer auf mehr als 18 Ellen heben wollte, daß die Gewalt, womit das Waſſer in Saugpumpen gehoben werden konnte, eingeſchränket ſey, allein er ſchloß daraus nichts weiter, als daß die Abneigung der Natur gegen den leeren Raum ſich nur auf gewiſſe Grenzen erſtrecke. Nach der Entdeckung des Barometers aber kam auch ſogleich **Torricelli** auf den Gedanken, daß alle dieſe aus der Abneigung der Natur gegen den leeren Raum erklärten Erſcheinungen von dem Drucke der Atmoſphäre herrührten, welches auch nachher von **Pascal** und **Carteſius** mit mehreren beſtätiget wurde. M. ſ. **Barometer** (Th. I. S. 247 f.).

Um

*) Πνευματικῶν ſ. ſpiritalium liber ed. a Commandino. Pariſ. 1575. 4.

Um ſich völlig zu überzeugen, daß der Druck der Atmoſphäre, welcher eine Waſſerſäule von 30 bis 31 Fuß Höhe halten konnte, die alleinige Urſache dieſes Phänomens ſey, haben einige dieſen Verſuch ſelbſt angeſtellet. Der erſte, welcher ihn zu Stande brachte, war nach **Schotts** Nachricht [a]) **Caspar Bertus** in Rom. **Hauſen** [b]) in Leipzig gebrauchte hierzu ſtarke meſſingene Röhren, welche an einander geſchraubet wurden, bis ſie die gehörige Länge erreichten. Zwiſchen dieſen Röhren ward um die Schrauben naſſes Leder geleget, um das Eindringen der Luft abzuhalten. Zu oberſt ward eine ſtarke gläſerne Röhe angeſchraubet, die oben wie eine Glocke gebildet war. Dieſer Apparat befindet ſich noch unter der Inſtrumentenſammlung für die leipziger Univerſität. Es iſt aber leicht zu begreifen, daß ein ſolcher beſchwerlicher Verſuch nie ganz vollkommen ausfallen kann, indem es auch bey aller möglichen Vorſicht faſt nicht zu vermeiden iſt, daß ſich Luft in den obern Raum begebe, und außerdem iſt die Dampfentwickelung auf keine Weiſe abzuhalten. Weit leichter und ſicherer wird alles erfolgen, wenn man ſtatt des Waſſers Queckſilber nimmt; alsdann kann der Verſuch mit einer gläſernen oben verſchloſſenen Röhre von etwa 30 Zoll Höhe gemacht werden, wie ihn auch ſchon jedes Barometer darſtellet. Hierdurch wird nun nicht allein bewieſen, daß die Atmoſphäre gegen die Erdfläche und die Oberfläche der Körper drücke, ſondern es wird auch ſelbſt die Größe des Drucks beſtimmt angezeigt. Denn wenn in der Saugpumpe das Waſſer nicht über 30 und etliche Fuß gehoben werden, und das Queckſilber in der Barometerhöhe nur auf 27 bis 29 Zoll ſteigen kann, ſo muß der Druck der Atmoſphäre gerade ſo viel betragen, als der Druck einer Waſſerſäule von 30 und etliche Fuß, oder einer Queckſilberſäule von 27 bis 29 Zoll Höhe. Weiß man alſo, wie ſchwer ein Cubikfuß oder Cubikzoll Queckſilber nach demjenigen Maße ſey, welches bey der Eintheilung der Barometerſkale gebrauchet

[a]) Mechan. hydral. pneumat. p. 308. (Herbipoli, 1657. 4).
[b]) Käſtners Anfangsgründe der Aerometrie §. 31. Anmerk.

brauchet iſt, ſo läßt es ſich alsdann mit jeder beobachteten Barometerhöhe finden, wie ſtark die Luft auf jede angegebene Fläche drückt. Ein pariſer Cubikfuß Queckſilber wiegt 980 pariſer Pfund, alſo wiegt eine Queckſilberſäule von 1 Zoll Höhe auf 1 Quadratfuß 82 pariſer Pfund, und eine Queckſilberſäule von 1 Linie Höhe auf eben der Grundfläche $6\frac{5}{6}$ Pfund. Bey der Barometerhöhe von 28 Zoll pariſ. Maß, wird folglich der Druck der Luft auf 1 Quadratfuß $= 82 \times 28 = 2296$ Pfund ſeyn. Steigt das Barometer auf 28 Zoll und 1 Linie, ſo wird der Druck der Luft auf 1 Quadratfuß $= 2296 + 6\frac{5}{6} = 2302\frac{5}{6}$ Pfund u. ſ. f. Setzt man nun die Oberfläche eines erwachſenen menſchlichen Körpers auf 15 Quadratfuß, ſo ergibt ſich, daß ſelbiger von der ihn umgebenden Luft bey 28 Zoll Barometerhöhe mit einer Kraft von $15 \times 2296 = 34440$ Pfund gedrückt werde. Daß der Menſch dieſen ſtarken Druck nicht empfindet, iſt leicht zu begreifen: denn die Elaſticität eines geringen Theils eingeſchloſſener Luft wirkt eben das, was der Druck der über ihn liegenden Atmoſphäre wirkt. Da nun das Innere des menſchlichen Körpers allenthalben mit Luft angefüllet iſt, ſo drückt dieſe vermöge ihrer Elaſticität von inwendig eben ſo ſtark, als die Atmoſphäre von außen, ſo daß ein Druck den andern aufhebet. Eben ſo verhalten ſich auch andere Körper, wenn der Druck der Luft auf ſelbige von allen Seiten her gleich iſt. So kann z. B. die dünnſte leere Flaſche, wenn ſie verſtopft wird, durch den Druck der Atmoſphäre nicht zerbrochen werden, indem die wenige Luft, die in ihr verſchloſſen iſt, die Wände von innen eben ſo ſtark drückt, als die Atmoſphäre von außen. Sobald hingegen der Druck der Atmoſphäre auf Körper nur einſeitig wirkt, ſo zeiget er ſich auf der andern Seite auch augenblicklich. So hängt der Schröpfkopf an der Haut, ein Schlüſſel an der Lippe, ein Trinkglas an einem platten Körper u. ſ. f. wenn man die inwendige Luft ausgeſogen oder durch Erwärmung ausgetrieben hat. So wird ferner eine eckige gläſerne Flaſche von der Luft zerdrückt, wenn die inwendige Luft ausgepumpet wird u. ſ. f.

Es iſt bereits unter dem Artikel, **Luft**, angeführet worden, daß die Dichtigkeit und Elaſticität der Luft nahe an der Erdfläche am größten ſey, und bey jeder weitern Entfernung von derſelben immer mehr abnehme. Die Erfahrung lehret, daß man bey dieſer Abnahme der Dichtigkeit das Geſetz des Mariotte wenigſtens bis an die Spitzen der höchſten Berge mit ziemlicher Sicherheit in Anwendung bringen kann. Dieſem Geſetz gemäß nehmen die Dichtigkeiten der Luft in geometriſcher Progreſſion ab, wenn die Höhen der Stellen in arithmetiſcher Progreſſion zunehmen. Setzt man nun hier, wie unter dem Artikel, **Höhenmeſſung, barometriſche**, angegeben iſt, mit den nämlichen Bedeutungen der Buchſtaben $\nu = \frac{\mu y}{\alpha}$, mithin $\frac{\alpha}{y} = \frac{\mu}{\nu}$, und

$$\log. \frac{\alpha}{y} = \log. \mu - \log. \nu.$$

Daraus ergibt ſich die Formel für die Höhe

$$x = \gamma . e \, (\log. \mu - \log. \nu).$$

Iſt nun ν ein gewiſſer Theil von μ, z. E. der ϱte, ſo wird $\log. \mu - \log. \nu = \log. \varrho$ und $x = \gamma . e . \log. \varrho$. Die Größe $\gamma . e$ iſt beſtändig, daher die Größe x wie der $\log. \varrho$ wächſt, d. i. in arithmetiſcher Progreſſion, wenn ϱ ſelbſt in geometriſcher wächſt, oder wenn die Dichtigkeit ν in geometriſcher Progreſſion abnimmt. Für die Dichtigkeiten μ, $\frac{1}{2}\mu$, $\frac{1}{4}\mu$, $\frac{1}{8}\mu$, $\frac{1}{16}\mu$ u. ſ. gehören die Höhen 0, $\gamma . e . \log. 2$, $\gamma . e . \log. 4$, $\gamma . e . \log. 8$, $\gamma . e \log. 16$ u. ſ. Dieſe ſteigen in einer arithmetiſchen Progreſſion, bey welcher der Unterſchied der Glieder $\gamma . e . \log. 2$ iſt. Nimmt man mit Herrn **de Lüc** $\gamma . e = 10000$ Toiſen, wenn die Temperatur der Atmoſphäre $= 16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. iſt, ſo findet man

für die Dichtigkeiten μ, $\frac{1}{2}\mu$, $\frac{1}{4}\mu$, $\frac{1}{8}\mu$, $\frac{1}{16}\mu$ u. ſ.
die zugeh. Höhen 0, 3010, 6020, 12040, 24080 u. ſ. Toiſ.,

d. h. ſo oft man in der Atmoſphäre um 3010 Toiſen höher kömmt, ſo findet man die Luft nur halb ſo dicht, als unten,

und das Queckſilber im Barometer fällt während dieſes Steigens um die Hälfte der anfänglichen Höhe.

Nach den Beobachtungen des Herrn **Gerſtners**, von welchen bereits das Weſentlichſte unter dem Artikel, **Höhenmeſſung, barometriſche**, iſt mitgetheilet worden, folgt, daß die Luft an der Erde dichter, in höhern Gegenden dünner iſt, als ſie es nach dem mariottiſchen Geſetze mit Rückſicht auf die Ausdehnung der Wärme ſeyn ſollte. Dieſe Abnahme des ſpecifiſchen Gewichtes der Luft in höhern Gegenden ſcheint nach Herrn **Gerſtner** darin ihren Grund zu haben, daß die Atmoſphäre ein Gemiſch von mehreren an ſpecifiſchen Gewichten verſchiedenen Luftarten iſt, mithin die ſchwereren Theile mehr zur Erdfläche herabſinken, die leichtern hingegen in die Höhe ſteigen.

Indeſſen iſt es leicht zu begreifen, daß das mariottiſche Geſetz keinesweges bis an die äußerſten Grenzen der Atmoſphäre Statt finden könne; denn daſelbſt muß die Luft in ihrem natürlichen Zuſtande ſich befinden, mithin weiter nicht zuſammengedrückt ſeyn, und kann ſich dieſerwegen nicht weiter auszudehnen ſuchen; ſie bleibt zwar immer elaſtiſch, äußert aber nicht die geringſte Elaſticität, weil keine äußere Urſache ſie dichter macht, als ſie von Natur iſt.

Wenn man vorausſetzen könnte, daß die Luft durchaus einerley Dichtigkeit hätte, ſo würde man die Höhe der Atmoſphäre ſehr leicht beſtimmen können; ſie würde nämlich gefunden, wenn man die Barometerhöhe mit der Zahl multipliciret, welche anzeigt, wie vielmahl das Queckſilber ſchwerer als die Luft iſt. Setzt man daher, wie unter dem Artikel, **Höhenmeſſung**, iſt beſtimmt worden, die Barometerhöhe am Horizonte $= a$, und die gedachte Zahl $= \frac{1}{\mu}$ ſo würde die Höhe der Atmoſphäre $= \frac{a}{\mu} = \gamma$, d. h. gleich der Subtangente der daſelbſt angezeigten Formeln ſeyn. Nach **de Lüc** hätte alſo die Atmoſphäre eine Höhe von 4342 Toiſen.

Toiſen. Da aber die Dichtigkeit der Luft in höhern Gegenden abnimmt, ſo muß die Höhe der Atmoſphäre weit größer ſeyn. Man nimmt gemeiniglich an, daß ſich die Luft nur bis auf einen gewiſſen Grad verdünnen laſſe, bey welchem ſie weiter keine Elaſticität äußere, und ſich daher im natürlichen Zuſtande befinde. So nimmt **Mariotte** *) ſelbſt an, die Luft könne nicht über 4096 Mahl dünner als die an der Erdfläche werden, und beſtimmt daraus nach einer Brechnung die Höhe der Atmoſphäre auf 15 franzöſiſche Meilen, jede zu 2000 Toiſen.

Nach Herrn **de Lüc's** Vorſchlage ſoll man die Grenze der Atmoſphäre dahin ſetzen, wo die Luft eine Queckſilberſäule von einer geringen Höhe, z. B. einer Linie, zu tragen vermögend wäre. Setzt man alſo die untere Barometerhöhe $a = 27$ Zoll, und die Temperatur $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. ſo wird für dieſe Stelle

$$x = 10000 \log. 324 = 25105, 45 \text{ Toiſen},$$

oder $12\frac{1}{2}$ franzöſ. Meilen. An dieſer Stelle wäre die Luft 324 Mahl dünner als an der Erdfläche. Allein man iſt im Stande, ſie durch Hülfe einer guten Luftpumpe noch ſtärker zu verdünnen. Könnte die verdünnte Luft nur noch eine Queckſilberſäule von $\frac{1}{2}$ Linie Höhe tragen, da ſie alsdann 648 Mahl dünner als an der Erdfläche wäre, ſo hätte man noch 3010 Toiſen oder $1\frac{1}{2}$ franzöſ. Meile höher zu ſteigen u. ſ. f. Zuletzt gibt Herr **de Lüc** die Höhe der Atmoſphäre ſelbſt auf $17\frac{1}{2}$ franzöſ. Meilen an.

Herr **Hube** β) ſchätzt die Luft an ihrer äußerſten Grenze ungefähr 1400 Mahl dünner als an der Erdfläche, indem man es auch mit den allerbeſten und vollkommenſten Luftpumpen noch nie habe dahin bringen können, die Luft mehr als 1400 Mahl zu verdünnen, und vielleicht habe man ſelbſt dieſe Grenze noch nie erreichet. Man könne daher annehmen, daß eine ſolche verdünnte Luft ſich wirklich im natürlichen

*) Eſſai ſur la nature de l'air Paris 1676. 8.

β) Vollſtänd. und faßlich. Unterricht in der Naturlehre B. I. Leipz. 1793. 38 Brief S. 292.

türlichen Zuſtande befinde. Nimm. man daher die mittlere Höhe des Barometers am Ufer des Meeres 28 Zoll und nach der Beobachtung des Herrn **de Sauſſüre** die auf dem Montblanc, welcher über dem Meere auf 2257 Toiſen erhaben iſt, 16 Zoll, mithin ihr Verhältniß wie 28:16 = 7:4, ſo muß nach dem mariottiſchen Geſetze in einer doppelten Höhe des Montblanc die Dichtigkeit der Luft zu ihrer Dichtigkeit unten am Meere wie $2\frac{2}{7}$:7 oder faſt wie 1:3 ſeyn. In der vierfachen Höhe iſt ſie wie 1:9, in der achtfachen wie 1:81 und in der vierzehnfachen wie 1:2187. Alſo muß in der 14 Mahl größern Höhe als die von 2257 Toiſen iſt, die Atmoſphäre ſchon mehr als 2000 Mahl dünner ſeyn, als unten an der Erde. Rechnet man nun auf die Meile 3800 Toiſen, ſo macht die doppelte Höhe des Montblanc ziemlich genau $\frac{4}{3}\frac{5}{8}$ einer Meile aus. Nimmt man daher dieſe Höhe ſieben, alſo die Höhe des Montblanc 14 Mahl, ſo erhält man an $8\frac{1}{3}$ Meile, Hieraus erhellet, daß die ganze Höhe der Atmoſphäre unſerer **Erde** wahrſcheinlich keine 8 geographiſche Meilen betrage.

Man ſieht leicht ein, daß alle dieſe Beſtimmungen keine genauen Reſultate gewähren, weil es immer noch ungewiß bleibt, ob nicht die Luft eine Fähigkeit behalte, eine weit beträchtlichere Verdünnung zu erleiden, als angenommen wird. Wenigſtens kann nach der dynamiſchen Lehrart die ausdehnende Kraft ſo klein als man will gedacht werden. Im Gegentheil iſt es aber auch möglich, daß durch die anziehende Kraft der Erde die Luft an der äußerſten Grenze der Atmoſphäre beym Statt findenden Gleichgewichte eine beträchtlich ausdehnende Kraft beſitzen könne.

Außer dieſen Methoden, die Höhe der Atmoſphäre zu beſtimmen, gibt es noch eine ältere, welche ſchon **Alhazen** *) vorgetragen hat, und die ſich auf die Theorie der Dämmerung gründet. Es ſey (fig. 57.) l b a für den Ort a der Horizont und es komme der letzte Strahl der Sonne b a beym Ende der Dämmerung dem Beobachter in a ins Auge, ſo

*) De crepuſculis propoſ. vlt. in *Riſneri* theſ. opt. Baſil. 1572. fol.

ſo findet ſich bereits die Sonne ſchon 18° unter dem Horizonte lba. M. ſ. **Dämmerung** (Th. I. S. 631.). Der letzte Strahl der Sonne trift alſo den Horizont lba unter dem Winkel $lbſ = 18°$, und wird von der Luft bey b nach a reflektiret, ſo daß $ſbc = cba$. Man hat daher $cba = \frac{1}{2} abſ = \frac{1}{2}(180° - ſbl) = 90° - \frac{1}{2} ſbl$, und den Winkel $c = 90° - cba = \frac{1}{2} ſbl = 9°$. Daraus ergibt ſich in dem rechtwinkligen Dreyecke acb

$$bc : ca = \text{ſec. } 9° : \text{ſin. tot.} = \text{ſec. } 9° : 1$$

und der Unterſchied zwiſchen cb und ca oder die Höhe der Atmoſphäre $= cb - ca = db = ca(\text{ſec. } 9° - 1) = 0{,}0124625.\ ca$, d. i. beynahe $\frac{1}{80} . ca$. Setzt man den Halbmeſſer der Erde ca nach **Picard** 3269200 Toiſen, ſo beträgt die Höhe der Atmoſphäre ungefähr $\frac{3269200}{80} = 40865$ Toiſen oder $20\frac{2}{5}$ franzöſ. Meilen.

Kepler erinnert dagegen mit Recht, daß man auch auf die Brechung der Lichtſtrahlen la und ſb ſehen müſſe. Nach ſeiner Rechnung, die er hierüber angeſtellet hat, findet er die Höhe der Atmoſphäre 10 Meilen, welche er aber verwirft, weil er ſich einbildet, die Luft könne ſich nur bis zu einer Höhe von einer halben Meile erſtrecken. **Halley** [α]) zeigt durch einen Beweis, daß man den Winkel c wegen der Strahlenbrechung um $\frac{1}{2}$ Grad vermindern müſſe. Dadurch wird

$$db = cb - ca = ca(\text{ſec. } 8\tfrac{1}{2}° - 1) = 0{,}111061.ca$$

oder nahe $\frac{1}{90}.ca$, woraus ſich die Höhe der Atmoſphäre $= \frac{3269200}{90} = 36435$ Toiſen oder $18\frac{1}{5}$ franzöſ. Meilen ergibt.

Nach **de la Hire** [β]) muß man von dem ganzen Senkungsbogen (80°) die Brechung im Horizonte (32′) und den Sonnenhalbmeſſer (16′) abziehen (letzteren dieſerwegen, weil der Strahl nicht vom Mittelpunkte, ſondern vom obern Rande

α) Philoſpoh. transact. n. 181.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1713. p. 54.

Rande der Sonne herkomme). Dieſemnach nimmt er den Winkel c = 8° 36′, und findet bey der Vorausſetzung, daß die Strahlen ſb und la gerade Linien ſind, die Höhe der Atmoſphäre = 37223 Toiſen. Nachher ſtellte er aber auch Unterſuchungen bey der Vorausſetzung der Strahlen ſb und la als krumme Linien an, und ſchließt zuletzt, daß die Höhe der Atmoſphäre zwiſchen 32501 und 37223 Toiſen enthalten ſey.

Dieſer Methode zufolge würde alſo die Höhe der Atmoſphäre, ſo weit ſie das Licht zurückwirft, nach Halley 18 1/5 und nach de la Hire 18 3/5 franzöſ. Meilen betragen, welches etwas über 8 geographiſche Meilen ausmacht.

Die Erſcheinungen, welche das Nordlicht gewähret, haben den Herrn von Mairan [α]) veranlaſſet zu glauben, daß die Höhe der Atmoſphäre über 200 bis 300 franzöſ. Meilen betrage. Nimmt man aber das Nordlicht als eine elektriſche Erſcheinung an, ſo würde daraus, wenn auch dieſe Beſtimmung für dieſes Phänomen an ſich richtig wäre, doch nichts für die Atmoſphäre folgen, weil auch elektriſche Erſcheinungen im luftleeren Raume Statt finden könnten.

Dem Herrn de la Metherie [β]) iſt es wahrſcheinlich, daß die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft in den obern Lagen weit beträchtlicher ſey, als man ſie gemeiniglich annehme, ob es gleich beym erſten Anblick ſcheinen könnte, daß ſie der ungemein heftigen Kälte wegen, die in dieſen Regionen Statt finde, weniger beträchtlich ſeyn müſſe. Wir bemerkten augenſcheinlich, daß es nicht möglich ſey, eine faſt unmerkliche Leere unter der Glocke einer Luftpumpe hervorzubringen, weil die Luft ſich ſo ſehr ausdehnen laſſe, daß ſie, wenn wir die Verdünnung derſelben ſo weit als möglich getrieben hätten, einen Raum einnehme, von dem wir gar keine Kenntniß hätten. Sie müſſe alſo in den entfernteſten Lagen der Erdatmoſphäre eine ähnliche Ausdehnbarkeit beſitzen, und dieſer Umſtand müſſe machen, daß ſich der Dunſtkreis viel weiter erſtrecke, als man gemeiniglich einigen Erſcheinungen

α) Traité de l'aurore boréale ſect. II. chap. 3.

β) Theorie der Erde Th. 1. Leipz. 1797. 8. aus d. Franzöſ. S. 173

nungen zufolge annehme. Vielleicht erſtrecke ſie ſich mehrere tauſend Meilen weit, indeſſen müſſe ſie in dieſer Höhe außerordentlich dünne ſeyn.

Bey alle dieſen Bemühungen ſieht man doch hinlänglich, daß dieſer Punkt bey weitem noch nicht aufs Reine gebracht iſt.

Was die Geſtalt der Erdatmoſphäre betrifft, ſo muß ſie ein Sphäroid ſeyn, welches unter dem Aequator ſehr erhaben iſt, 1) wegen der ununterbrochenen Schwungkraft und 2) weil die Sonnenſtrahlen an dieſem Orte eine große Verdünnung verurſachen. Außerdem aber entſtehen in verſchiedenen Höhen der Luft über der Erdfläche mancherley lokale und periodiſche Veränderungen. Beſonders wirket der Mond auf die Atmoſphäre eben ſo wie auf das Waſſer, und bringt in derſelben eine Art von Ebbe und Fluth hervor. Unterſuchungen über die vom Monde bewirkte Ebbe und Fluth in der Erdatmoſphäre hat Herr **d'Alembert** *) angeſtellt. Eine ähnliche, wiewohl ſchwächere Wirkung thut auch die Sonne. Welchen Einfluß dergleichen Veränderungen auf den Stand des Barometers haben können, ſ. m. in dem Artikel, **Barometerveränderungen** (Th. I. S. 304).

Die Atmoſphäre erſcheinet uns als ein blaues Gewölbe, welches bald mehr bald weniger durchſichtig iſt. M. ſ. **Himmel**.

Uebrigens iſt unſere Erdatmoſphäre ein Raum, in welchem die Natur Operationen bewirket, die bey aller unſerer Aufmerkſamkeit bey weitem noch nicht hinlänglich haben erkläret werden können. M. ſ. **Meteore**, **Meteorologie**.

Noch iſt **de la Metherie** der Meinung, daß die Erdatmoſphäre nach der Bildung der urſprünglichen Erdlagen weit beträchtlicher geweſen wäre, als ſie heutzutage ſey. Denn ſeit dieſem Zeitraume habe ſich eine außerdentlich große Menge der verſchiedenen Luftarten, woraus ſie beſtehe, davon abgeſchieden, und dieſe Lüfte haben ſich verdichtet, und ſo die neuern Lagen der Erde gebildet. Eben dieſe Luftarten haben auch 1) zur Entſtehung und Bildung der Pflanzen

*) Réflexiones ſur la cauſe générale des vents. Berlin 1747. 4.

zen und Thiere, deren Ueberreſte einen Beſtandtheil der Kalklagen, der Erdharze und der gegrabenen Hölzer ausmachen, und 2) zur Bildung der verſchiedenen ſalzigen Subſtanzen, oder Säuren und Alkalien, die ſich in dieſen neuern Erdlagen finden, beygetragen, beſonders habe die Luftſäure, welche ſo häufig in dieſen Lagen angetroffen wird, an der Entſtehung dieſer ſalzigen Körper vielen Antheil; 3) auch der Schwefel, der Phosphor und die metalliſchen Subſtanzen, in welche wahrſcheinlich verſchiedene Luftarten übergehen, und 4) die neuen Erden, welche durch die Lebenskräfte der organiſirten Weſen hervorgebracht werden, mit welchen es ebenfalls der Wahrſcheinlichkeit nach dieſelbe Bewandniß habe, verdankten der Atmoſphäre ihre Entſtehung, und die Luftmaſſe, aus der ſie beſtehe, müſſe alſo nach und nach ſehr abgenommen haben. Da alſo die Atmoſphäre anfänglich eine weit beträchtlichere Höhe als jetzt gehabt habe, ſo hätten auch ihre unteren Lagen damahls dichter ſeyn müſſen, als ſie jetzt ſind, weil ſie durch eine weit höhere Luftſäule wären zuſammengedruckt worden.

M. ſ. **Lulofs** Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel aus dem Holländ. durch **Käſtner** Th. I. Cap. 19. **Torb. Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel a. d. Schwed. durch **Röhl.** B. II. 4te Abtheil. **de la Metherie** Theorie der Erde Th. I. aus dem Franzöſ. durch **Eſchenbach** §. 70 u. f.

Luftpumpe (antlia pneumatica, machine pneumatique, machine du vuide). Im Allgemeinen verſteht man darunter eine mechaniſche Anordnung, die in einem eingeſchloſſenen Raume befindliche Luft auf eine bequeme Art entweder zu verdünnen, oder noch mehr zu verdichten. In dieſem Verſtande, in welchem die Luftpumpen auch die Compreſſionsmaſchinen unter ſich begreifen, werden ſie in **Saug-** und **Druckpumpen** eingetheilet. In einem etwas eingeſchränktern Sinne verſteht man unter der Luftpumpe bloß die Saugpumpe, welche dienen ſoll, den mit Luft eingeſchloſſenen Raum ſo ſehr zu verdünnen, daß man

ihn als luftleer betrachten kann. Man iſt zwar nicht im Stande, den eingeſchloſſenen Raum völlig von Luft zu befreyen oder ihn ganz luftleer zu machen; bey einer vollkommen gut eingerichteten Luftpumpe aber läßt ſich doch das Auspumpen ſo weit treiben, daß die Elaſticität der zurückgebliebenen Luft beynahe als Null anzuſehen iſt.

Das Weſentliche einer Luftpumpe beſteht aus einem hohlen hinlänglich ſtarken metallenen Cylinder (fig. 50.) abcd, oder dem ſogenannten **Stiefel**, welcher inwendig ſo genau als möglich von gleich weitem Durchmeſſer iſt, und in welchem ein genau paſſender **Stempel** eg durch die Zugſtange gh bequem auf- und niedergezogen werden kann. In den Boden des Stiefels geht eine Röhre fk, mit welcher ein Gefäß A verbunden iſt, aus welchem die Luft ausgepumpet werden ſoll. Wird nun der Stempel eg vom Boden ba des Stiefels in die Höhe gezogen, ſo tritt die Luft aus dem Gefäße A durch die Röhre in den Stiefel, und wird folglich in ſelbigem verdünnt. Beym Zurückſtoßen des Stempels muß nun die Einrichtung ſo getroffen werden, daß die Luft nicht wieder in das Gefäß A treten, ſondern einen Ausweg finden könne. Iſt dieß geſchehen, und es wird der Stempel von neuem in die Höhe gezogen, ſo wird abermahls die Luft in dem Gefäße A in den Stiefel treten, und auf ſolche Art bey wiederhohlter Arbeit immer mehr und mehr verdünnet werden.

Um beym Zurückſtoßen des Stempels die in den Stiefel getretene Luft zu nöthigen, einen andern Ausweg zu finden, und zu verhindern, daß ſie nicht wieder in den Raum A treten könne, dient entweder ein **Hahn** k in der am Boden des Stiefels befindlichen Röhre, oder es ſind **Ventile** angebracht.

Ein Hahn iſt ein gewöhnlich metallener Körper, von der Geſtalt eines abgekürzten Kegels, welcher in die Oeffnung, in die er paßt, eingeſchloſſen iſt. Ein ſolcher Hahn iſt doppelt durchbort, einmahl der Quere, um eine innere Communication des Gefäßes A durch die Röhre mit dem innern

Raume des Stiefels zu haben, das anderemahl aber an der Seite, um eine Gemeinſchaft der äußern atmoſphäriſchen Luft mit dem Raume des Stiefels zu erhalten. Hat nun der Hahn die erſte Stellung, ſo wird beym Auszuge des Stempels die in A befindliche Luft in den Stiefel treten können; dreht man hierauf den Hahn in die andere Stellung, ſo iſt der Weg aus A in den Stiefel verſchloſſen, und die in den Stiefel getretene Luft kann durch den Rückzug des Stempels in die freye Luft geſchafft werden.

Ventile oder Klappen (ventilia, ſoupapes) ſind Einrichtungen, wodurch eine Oeffnung alſo verſchloſſen werden kann, daß eine flüſſige Materie durch ſelbige nach einer Richtung hindurchgehen kann, ſich ſelbſt aber den Rückweg verſchließen muß. Die einfachſten Klappen ſind lederne Deckel, welche auf einem Ringe an der Oeffnung aufliegen, und vermittelſt eines Charniers auf- und zu beweget werden können. Wenn nun die flüſſige Materie nach der einen Richtung fortgetrieben iſt, ſo ſtößt ſie ſich ſelbſt den Deckel auf; will ſie hingegen wieder zurück, ſo verſchließt ſie ſelbſt durch ihren Druck auf den Deckel die Oeffnung. Dergleichen Klappen ſind vorzüglich brauchbar beym Waſſer. M. ſ. **Pumpen.** Brauchbarer für die Luft ſind die Blaſenventile: es liegt nämlich über der Oeffnung ein metallener Ring (fig. 58.) hefg, welcher in der Mitte das Loch k hat, über welches ein Stück naſſe Blaſe abcd geſpannt, und bey a, b, c, d an den Ring ſo befeſtiget wird, daß es durch eine geringe Kraft in die Höhe gehoben werden kann. Wenn nun die Luft aus der Oeffnung k gegen die Blaſe drückt, ſo hebt ſich dieſe ein wenig auf, wodurch der Luft zwiſchen der Blaſe und dem Ringe ein Ausweg verſchaft wird; will ſie aber den Rückweg nehmen, ſo wird durch den Druck der Luft die Blaſe an den Ring angepreßt, und zugleich in die Oeffnung k etwas hineinwärts getrieben, wodurch alſo eine völlige Verſchließung derſelben Statt findet. Dergleichen Ventile müſſen an der Luftpumpe zwey angebracht ſeyn, eins im Boden des Stiefels und das andere in dem Stempel,

die

die ſich beyde aufwärts öffnen. Wird nämlich alsdann der Stempel an der Zugſtange vom Boden des Stiefels in die Höhe gezogen, ſo öffnet ſich die in A (fig. 50.) ausdehnende Luft das Bodenventil f und tritt in den Raum des Cylinders; beym Zurückſtoßen des Stempels hingegen kann die Luft nicht wieder zurück, muß folglich vermöge ihres Drucks das Ventil im Stempel öffnen, und wird auf dieſe Weiſe beym nachmahligen Ausziehen des Stempels in die atmoſphäriſche Luft getrieben.

Hiernach theilen ſich die Luftpumpen in ſolche **mit Hähnen** und in ſolche **mit Ventilen.** Beyde Arten haben ihre eigenen Vorzüge, aber auch ihre eigenen Fehler. Luftpumpen mit Hähnen gewähren vorzüglich mit weit mehr Vollkommenheit den Vortheil, daß ſie auch als Druckpumpen oder Compreſſionsmaſchinen zur Verdichtung der Luft im eingeſchloſſenen Raume zu gebrauchen ſind. Bringt man nämlich vor dem Auszuge des Stempels den Hahn in die Stellung, daß der innere Raum des Stiefels mit der äußern Luft in Verbindung ſteht, ſo wird ſich alsdann, wenn der Stempel ausgezogen wird, der Raum des Stiefels mit äußerer Luft anfüllen, verändert man hiernächſt die Stellung des Hahnes ſo, daß nun der Stiefel mit dem Gefäße in Verbindung iſt, ſo wird beym Hineintreten des Stempels die Luft ins Gefäß gepreßt. Gebrauchet man eine Luftpumpe mit Hahn als Saugpumpe, ſo hat ſie vor der Luftpumpe mit Ventilen beſonders dieß zum voraus, daß die Luft bey jener ſchon einen offenen Weg findet, bey dieſer aber erſt einen ſich öffnen muß, wozu ſie zuletzt bey ſehr ſtarker Verdünnung nicht mehr Kraft genug hat.

Der einzige und beſonders zu beherzigende Fehler bey den Luftpumpen mit Hähnen iſt dieſer, daß ſich zwiſchen dem Hahne und dem Stempel immer ein kleiner Raum befindet, in welchem Luft von gleicher Dichtigkeit mit der äußern ſitzen bleibet. Dieſe Luft verbreitet ſich beym Auszuge des Stempels zugleich mit durch das Gefäß und den Stiefel, vermindert die Verdünnung, und iſt daher dem ei-

gentlichen Zwecke entgegen. Es iſt nicht leicht, dieſen ſchädlichen Raum (ſpatium noxium) zwiſchen Hahn und Stempel wegzubringen, obgleich verſchiedene Vorſchläge hierzu ſind gethan worden.

Statt das Gefäß A unmittelbar an die Röhre zu ſchrauben, wird gewöhnlich die Röhre vertikal aufwärts gebogen, und das Ende derſelben mit einem in der Mitte durchborten horizontalliegenden meſſingenen Teller verbunden. Auf dieſen Teller werden gläſerne Glocken geſtellet, ſo daß zwiſchen dem Rande derſelben und dem Teller keine Luft hindurch kann. Zu dieſer Abſicht wird entweder ein naſſes Leder auf den Teller geleget, und auf ſelbiges die Glocke geſtellet, oder noch beſſer, es wird die Glocke auf den matt geſchliffenen Teller mit etwas Baumöl angeſchloſſen.

Das bisher Angeführte iſt das Weſentlichſte aller Luftpumpen. Außerdem aber hat man bey denſelben mancherley mechaniſche Anordnungen angebracht, um den Stempel in dem Stiefel bequemer auf- und nieder zu bewegen, und eben auf die Verſchiedenheit des angebrachten Mechanismus gründen ſich die verſchiedenen Arten von Luftpumpen, von welchen bald mit mehreren geredet werden ſoll.

Wenn der Hahn (fig. 50.) k unmittelbar am Boden des Stiefels anſchließet, und der innere Raum der Glocke mit dem Raume der Röhre bis an den Hahn zuſammen = v, und der inwendige Raum des Cylinders bis an den zurückgezogenen Stempel = V, ſo wird ſich nach dem erſten Auszuge des Stempels die in der Glocke befindliche Luft in den Raum v + V ausbreiten, und folglich die Dichtigkeit $\frac{v}{v+V}$ erhalten, wenn die anfängliche Dichtigkeit = 1 angenommen wird. Beym zweyten Stempelzuge wird die zurückgebliebene Luft in eben dem Verhältniſſe wieder verdünnt, mithin erhält ſie die Dichtigkeit $= \left(\frac{v}{v+V}\right)^2$,

und

und nach n Auszügen bleibt ihr die Dichtigkeit $= \left(\frac{v}{v+V}\right)^n$. Es ſey z. B. $v = V$, mithin $v + V = 2v$, und $n = 8$, ſo wird die Luft nach 8 Mahl Auspumpen auf die Dichtigkeit $(\frac{1}{2})^8 = \frac{1}{256}$ gebracht, oder 256 Mahl verdünnt ſeyn. Dieſe Formel gibt zugleich zu erkennen, daß die Luft nie ganz leer ausgepumpet werden könne, weil der Ausdruck $\left(\frac{v}{v+V}\right)^n$ nie $= 0$ werden kann. Setzt man dieſe Formel $= x$, ſo hat man $\log. x = n . \log. \frac{v}{v+V}$; mithin $n = \log. x : \log. \frac{v}{v+V}$. Iſt daher der innere Raum der Glocke, der Röhre und des Stiefels bekannt, ſo läßt ſich auch daraus finden, wie viel Mahl das Auspumpen geſchehen müſſe, damit die Luft in einem gegebenen Verhältniſſe verdünnt werde. Soll z. B. die Luft unter der Glocke 256 Mahl verdünnt werden, und man ſetzt $v = V$, ſo hat man $x = \frac{1}{256}$ und $\frac{v}{v+V} = \frac{1}{2}$, und $n = \log. \frac{1}{256} : \log. \frac{1}{2} = \frac{\log. 256}{\log. 2} = \frac{2{,}4082400}{0{,}3010300} = 8$; mithin ſind 8 Auspumpungen nöthig. Man ſieht bey dieſer Berechnung leicht, daß die angenommenen Vorausſetzungen wohl nicht alle zutreffen können, daß folglich bey der Ausübung Abweichungen von dieſer Regel Statt finden müſſen. Von allen dieſen und überhaupt von der Berechnung des Effekts und der mechaniſchen Anordnung verſchiedener Arten von Luftpumpen wird man hinlänglichen Unterricht beym **Karſten** *) finden.

Nachdem es vorzüglich durch Erfindung des Barometers bewieſen war, daß es möglich ſey, luftleere Räume hervorzubringen, ſo bemüheten ſich die Mitglieder der Akademie

*) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. VI. Pneumat. 4. und 6. Abſchn.

demie zu Florenz Verſuche im luftleeren Raume vermittelſt der torricelliſchen Röhre anzuſtellen. Um aber hierzu einen hinlänglich großen luftleeren Raum zu erhalten, wurde das verſchloſſene Ende der Röhre in Geſtalt einer Kugel oder einer Phiale aufgeblaſen, hierauf alles mit Queckſilber angefüllet, und das offene Ende wie bey der torricelliſchen Röhre in ein Gefäß mit Queckſilber geſtellet.

Dieſer ſehr unbequemen Art, im luftleeren Raume Verſuche anzuſtellen, wurde durch die Erfindung der Luftpumpe abgeholfen, welche **Otto von Guerike**, Rath und Bürgermeiſter zu Magdeburg um das Jahr 1650 machte. Die erſte Einrichtung dieſer Luftpumpe iſt folgende: der metallene Cylinder (fig. 59) a b iſt unten in a c umgebogen, um in ſelbigen bey c einen gläſernen Recipienten d einzuſetzen, und luftdicht zu verſchließen. Am Halſe des Recipienten befindet ſich bey e ein Hahn, welchen man verſchließen kann, damit man den von Luft befreyeten Recipienten von der Pumpe abnehmen und anderweitige Verſuche damit anſtellen könne. Bey g iſt eine mit einem Ventil verſehene Oeffnung, durch welche die Luft aus dem Recipienten in den Cylinder hineintritt, wenn der Kolben i vermittelſt der Zugſtange i k von a gegen b fortgezogen wird. Etwas höher bey h iſt eine andere mit einem Ventil verſehene Oeffnung, durch welche die Luft aus dem Cylinder heraus in die freye Luft tritt, wenn der Rückzug des Stempels gemacht wird. Um das Eindringen der äußern Luft beym Hahne e und bey der Stelle c mit deſto größerer Sicherheit abzuhalten, ſetzte **Guerike** die Pumpe beym wirklichen Gebrauch in ein Gefäß n o p q, welches ſo hoch mit Waſſer angefüllet war, daß der ganze Hals des Recipienten nebſt dem Hahne e damit bedecket wurde. Am Querriegel l m der Zugſtange wurde der Stempel von zwey Perſonen aus- und eingezogen; auch wurden wohl an m und l Seile angebunden, damit im nöthigen Falle eine oder zwey andere Perſonen angreifen konnten, wenn die Arbeit zuletzt bey ſtarker Verdünnung der Luft in den Recipienten ſehr beſchwerlich ward.

Mit

Mit Hülſe dieſer erſten Einrichtung war **Guerike** im Stande, eine hohle Kugel, wiewohl mit Mühe, ziemlich luftleer zu machen. Dieſe Verſuche, welche er hiermit anſtellte, dienten vornehmlich, die Schwere und Elaſticität der Luft zu beweiſen, und ſolche Erſcheinungen in der Natur zu erklären, welche von der Elaſticität der Luft abhangen. Dieſe zur damahligen Zeit ſehr merkwürdigen Verſuche wurden bald bekannt, und er ſelbſt machte ſie im Jahre 1654 öffentlich zu Regensburg in Gegenwart des Kaiſers **Ferdinands III** und mehrerer deutſchen Reichsfürſten. Der Churfürſt von Maynz und Biſchoff zu Würzburg, **Johann Philipp**, bekam von ihm eine ſolche Luftpumpe, welche von **Caspar Schott** *) zuerſt iſt beſchrieben worden.

Aus **Schotts** Schrift lernte **Robert Boyle** in England die guerikiſche Luftpumpe kennen. Die daran entdeckten Mängel ſuchte er mit **D. Hook** zu verbeſſern, und brachte endlich eine Luftpumpe zu Stande, deren Einrichtung nebſt den damit angeſtellten Verſuchen er bereits im Jahre 1659 bekannt machte [b]). Auf einem hinlänglich feſten Fußgeſtelle (fig. 60.) c d war der Cylinder a b in vertikaler Stellung befeſtiget, und der eingekittete Recipient h mit einem metallenen Deckel l m, in welchem ein eingeſchliffener Stöpſel n o ſich befand, verſehen. Seitwärts dieſes Stöpſels iſt unten am Deckel ein Haken p angebracht, und wenn man unten am Stöpſel bey o einen Faden befeſtiget, welcher über den Haken p lieget, ſo kann man die im Recipienten befindlichen Sachen, die ebenfalls am Faden befeſtiget ſind, in verdünnter Luft durch Umdrehung des Stöpſels von der Stelle bewegen, indem ſich alsdann der Faden aufwickelt. Der Stempel wird von unten in den Cylinder geſteckt, und an einer gezahnten Stange e, welche in das Getriebe f eingreift, durch die Kurbel g auf- und niederge-

 wunden.

*) Mechanica hydraulico-pneumat. Herbipol. 1657. 4. in append. unter dem Titel: experimentum nouum Magdeburgicum.

b) New experiments phyſico-mechanical, touching the ſpring and weight of the air. Oxford 1669. und latein. noua experimenta phyſico-mechan. de vi aëris elaſtica; in opp. Tom. I.

wunden. Bey dieſem angebrachten Mechanismus, welcher die ſogenannte Fuhrmannswinde nachahmet, kann eine einzige Perſon den Stempel mit geringer Kraft auf- und niederbewegen. Am obern Theile des Cylinders befindet ſich ein Loch mit einem kleinen eingeſchliffenen metallenen Stöpſel. Oeffnet man nun den Hahn i und windet den Stempel abwärts, ſo tritt die Luft aus dem Recipienten in den Cylinder hinein; verſchließt man hiernächſt den Hahn, und öffnet das Loch k, ſo wird beym Einwinden des Stempels dieſe in Cylinder getretene Luft ins Zimmer getrieben.

Dieſe boyliſche Luftpumpe kann auch als Compreſſionsmaſchine gebrauchet werden. In dieſem Falle wird nämlich beym Herauswinden des Stempels das Loch k geöffnet, beym Einwinden hingegen verſchloſſen und der Hahn i geöffnet. Die Vortheile, welche dieſe Maſchine vor der guerikſchen voraus hat, beſtehen vorzüglich darin, daß eine ungleich geringere Kraft zum Aus- und Einwinden des Stempels nöthig iſt, und daß Körper in den Recipienten weit leichter gebracht werden können. Uebrigens wurde **Boyle** von ſeinen Landesleuten für den Erfinder der Luftpumpe gehalten, und dieſerwegen auch der durch die Luftpumpe bewirkte luftleere Raum die **boyliſche Leere** (vacuum boylianum) genannt, welche eigentlich die **guerikiſche Leere** heißen ſollte. **Boyle** ſelbſt aber geſteht Guerike die Erfindung mit vielem Lobe zu.

An dieſer boyliſchen Luftpumpe ſetzt doch Guerike aus, daß durch den angebrachten Mechanismus zu viele Zeit verloren gehe, und daß ſie nicht vollkommen luftdicht ſey. Dieß letztere ſieht ſelbſt **Boyle** als die größte Schwierigkeit an, um eine vollkommene Luftpumpe zu verfertigen. **Guerike** gebrauchte das Waſſer als das vornehmſte Hülfsmittel, die Luft abzuhalten, und er war im Stande, die Verdünnung der Luft viel weiter zu treiben, als **Boyle** bey ſeinen erſten Verſuchen thun konnte. Noch ehe Otto von Guerike einige Nachricht von der boyliſchen Luftpumpe erhalten hatte, verfiel er auf eine andere Einrichtung, wobey er

theils

theils die Erleichterung der Arbeit, theils eine ſo viel mög-lich vollkommene Ausſchließung aller äußern Luft zur Abſicht hatte. Die Einrichtung dieſer Luftpumpe entſprach zwar dem Zwecke, welchen ſich Guerike vorgeſetzet hatte, allein ſie war auch äußerſt beſchwerlich, weil zwey über einander gelegene Zimmer dazu erfordert wurden. Dieß ſahe ſelbſt Otto von Guerike gar bald ein, und verfiel daher auf eine andere weit einfachere Einrichtung, welche der boyliſchen ähnlich iſt; nur wird die Bewegung des Stempels nicht durch eine Kurbel mit Getriebe, ſondern durch einen Hebel bewerkſtelliget. An der Stelle, wo der Hals des Recipienten in den Stiefel eingekittet iſt, befindet ſich ein Gefäß, um durch hineingegoſſenes Waſſer die Luft von dieſer Seite und von dem Hahne abzuhalten. Guerike beſchreibt alle dieſe Erfindungen und die damit angeſtellten Verſuche in einer Schrift, die er bereits nach ſeinem Berichte in der Vorrede am 14ten März 1663 ausgearbeitet hatte, aber erſt ſpäter herauskam *).

In Deutſchland behielten die Liebhaber der Naturlehre die erſte und einfachſte Einrichtung der guerikiſchen Luftpumpe noch eine ziemliche Zeit bey. Dahingegen die Engländer ſich der boyliſchen bedienten. **Joh. Chriſt. Sturms** β) Luftpumpe kömmt in der Hauptſache mit Guerikens erſter Pumpe überein, nur iſt das Ventil h (fig. 59.), durch welches die Luft aus dem Cylinder heraustreten muß, nicht im Cylinder ſelbſt, ſondern im Stempel angebracht; die Stempelſtange iſt hohl, und oben nicht weit von der Querſtange l m eine kleine Oeffnung befindlich, wodurch die Luft beym Rückzuge des Stempels heraustritt.

Eine vorzügliche Verbeſſerung erhielt die boyliſche Luftpumpe durch den franzöſiſchen Arzt, **Dionyſius Papin** γ).

 Dieſer

*) Experimenta noua Magdeburgica de vacuo ſpatio. Amſt. 1672. fol. lib. III. cap. 2. ſqq.

β) Collegium curioſum. Norimb. 1676. 4. tentam. XIII. pag. 100. ſqq.

γ) Nouvelles expériences du vuide. Paris 1675. und verſchied. verbeſſert in A continuation of the new Digeſter of Bones. Lond. 1687. 4. auch acta eruditor. Lipſ. 1687. menſ. Jun. p. 324. ſqq.

Dieſer verwarf ebenfalls wegen der langſamen Bewegung die Winde, und ſetzte an deren Stelle eine Art von Steigbiegel an die Kolbenſtange, die mit dem Fuße niedergetreten, und auch mit demſelben wieder in die Höhe gehoben wurde. Er war der erſte, der ſich des noch jetzt gebräuchlichen Tellers bediente. Daher konnte er ſchon Statt der Recipienten mit dem engen Halſe ſolche gebrauchen, welche die Geſtalt der Glocke oder des Cylinders hatten. Auch ſchlägt er ſchon Mittel vor, wie man die in der verdünnten Luft unter dem Recipienten befindlichen Körper von der Stelle bewegen könne, ohne der äußern Luft den Zugang zu verſtatten.

Die mechaniſche Anordnung, den Stempel durch Nachahmung der Fuhrmannswinde im Cylinder auf- und niederzubewegen, wurde von neuem in Holland bey der Luftpumpe angebracht. Der Profeſſor **Wolferd Senguerd** zu Leiden brachte eine ſolche Luftpumpe im Jahre 1697. mit Hülfe eines Künſtlers zu Stande, welche er aber ſchon im Jahre 1685 angegeben hatte [α]). Dieſe ſenguerdiſche Luftpumpe iſt vorzüglich durch **Wolffens** Empfehlung, der ſie umſtändlich beſchrieben hat [β]), in Deutſchland ſehr bekannt geworden. **Leupold** hat ſie für deutſche Mathematiker und Phyſiker häufig verfertiget, und eine eigene Abhandlung davon herausgegeben [γ]). Auch iſt dieſe Luftpumpe von **Teichmayer** [δ]) beſchrieben worden. **Senguerd** hat ihr ſtatt der gewöhnlichen vertikalen Stellung des Cylinders die von der horizontalen nicht viel abweichende ſchiefe Lage gegeben, wahrſcheinlich dieſerwegen, um einen längern Cylinder anzuwenden, der bey der boyliſchen und andern ähnlichen nur kurz ſeyn kann, weil ſonſt der Recipiente zu hoch würde zu ſtehen kommen, um mit Bequemlichkeit Verſuche in ſelbigem

α) Philoſophia naturalis. Lugd. Batav.

β) Nützliche Verſuche Th. I. Halle 1721. 8. S. 112 f.

γ) Deutliche Beſchreibung der ſogenannten Luftpumpen Leipz. 1707. nebſt zwey Fortſetzungen 1711. und 1714. 4.

δ) Elementa philoſoph. natural. experiment. Jenae 1717. p. 144. ſqq.

gern anzuſtellen. Sonſt aber hat ſie, wie die boyliſche, den langſamen Kolbenzug.

Die Luftpumpe ſelbſt iſt fig. 61. abgebildet. Der Cylinder a b wird auf dem Fußgeſtelle c d in einer gegen den Horizont unter einem kleinen Winkel geneigten Lage befeſtiget, welcher durch die Röhre g e f mit dem Teller in Verbindung iſt. In die gezahnte Stange k greift ein Getriebe an der Axe i ein, wodurch der Stempel mittelſt des Kreuzhaspels aus- und einwärts gewunden wird. Am Boden des Cylinders befindet ſich der Hahn h, welcher doppelt durchbort iſt, ſo wie ihn die fig. 62. deutlicher vorſtellet. Die eine Oeffnung geht nämlich quer durch den Hahn auf der Axe desſelben ſenkrecht, die andere aber nach der Richtung der Axe t ſ ſelbſt von oben nach unten, jedoch ſo, daß ſie in ihrem Fortgange nicht völlig bis zu dem durch q gebohrten Weg geht, ſondern ſich von ſ nach r ſeitwärts wendet. Der Griff des Hahns wird mit dem durch q gebohrten Canal parallel geſetzt. Steht alsdann der Hahn ſo, wie es die fig. 61. vorſtellet, ſo iſt der Weg aus der Glocke in den Cylinder offen, durch welchen die Luft beym Auszuge des Stempels in den Cylinder treten kann. Dreht man hiernächſt den Hahn ſo weit um, daß der Handgriff einen Quadranten durchläuft, ſo iſt nun der Cylinder mit dem Canal r ſ t (fig. 62.) verbunden, durch welchen die vorhin in den Cylinder hineingetretene Luft beym Zurückwinden des Stempels in die atmoſphäriſche Luft getrieben wird. Uebrigens kann der Canal ſ t nach Gefallen mit einem kleinen Stöpſel p (fig. 61.) verſchloſſen werden.

Um die nöthige Verdünnung der Luft unter dem Recipienten in kürzerer Zeit, als bey den bisher beſchriebenen Luftpumpen möglich iſt, zu vollenden, erfand Hawksbee *) die **doppelte Luftpumpe** oder die mit **doppeltem Stiefel**. In zwey vertikal ſtehenden Stiefeln wird nämlich der Kolben des einen Stiefels zugleich ausgezogen, wenn der

*) Phyſico-mechanical experiments on various ſubjects. Lond. 1709. 4. auch acta erudit. Lipſ. ſuppl. To. V. p. 403.

der Kolben des andern hineingetrieben wird, ſo daß alſo bey jedem Auszuge des einen Stempels die Luft aus dem Recipienten ausgeſogen, und die vom andern Stempel bereits ausgeſogene ins Zimmer fortgeſchaft werden kann. Beyde Cylinder ſtehen neben einander, die gezahnten Kolbenſtangen gehen von oben hinein, und zwiſchen ihnen liegt ein kleines Sternrad, deſſen Zähne in die Stangen eingreifen. An der Axe dieſes Rades befindet ſich eine Kurbel, an welcher das Sternrad wechſelweiſe vor- und rückwärts jedes Mahl ſo lange nach einerley Richtung gedreht wird, bis die Kolben die ganze Länge des Cylinders durchlaufen haben. Unten am Boden ſind beyde Cylinder mit einer engen Röhre vereiniget, von der ſich eine andere enge Röhre bis zum Mittelpunkt des Tellers erſtreckt. Die Kolben ſind mit Blaſenventilen verſehen, welche ſich ſchließen, wenn ein Auszug der Kolben erfolget, hingegen durch den Druck der in den Cylinder getretenen Luft aufgeſtoßen werden, wenn der Rückzug der Kolben geſchiehet. Unten ſtehen die Cylinder mit ihrer Verbindungsröhre in einer zwey Zoll hohen Ciſterne mit Waſſer, um das Eindringen der äußern Luft abzuhalten. Das Geſtelle iſt ein Tiſch mit 4 Füßen, auf deſſen Blatte die Cylinder mit einigen Säulen ſtehen. Vier von dieſen Säulen tragen den Teller, und zwey andere ein Querſtück, welches der Axe des Sternrades zur Unterlage dienet.

Leupold *) brachte an der hawksbee'ſchen Luftpumpe verſchiedene Verbeſſerungen an. Statt der gezahnten Kolbenſtangen mit dem Getriebe machte **Leupold** die Einrichtung ſo, daß die Stangen, wie bey den großen Feuerſpritzen, an einem gehörig unterſtützten eiſernen Wagbalken hangen. Dieſer Balken iſt gleicharmig, und nur ſo lang, als die Entfernung der Kolbenſtangen vom Mittelpunkte der Bewegung es erfordert; an der Axe deſſelben iſt aber noch ein anderer gleicharmiger Wagebalken mit dem vorigen

*) Deutliche Beſchreibung der Luftpumpe. Fortſ. 1711. 4. auch acta erudit. Lipſ. 1714. Menſ. Febr. pag. 95. ſq.

vorigen parallel angebracht, deſſen Arme länger, als die Arme des vorigen ſind, und welcher dazu dienet, daß man jedes Ende desſelben mit der Hand angreifen, und durch abwechſelndes Niederdrücken und Heben die Kolben in Bewegung bringen kann. Die Kolben ſind ebenfalls mit Ventilen verſehen, welche **Leupold** auf eine vortheilhaftere Art eingerichtet hat. Der ganze Mechanismus dieſer Pumpe iſt einfach, und erfordert ungleich weniger Aufwand als andere. Nur iſt hierbey zu erinnern, daß die an der Druckſtange hängenden Stempel wegen des Bogens, den die beyden Enden der Stange beſchreiben, nicht beſtändig nach vertikalen, ſondern nach ſchiefen Richtungen ſchieben.

Weil die Hähne an den Luftpumpen die Unbequemlichkeit haben, daß bey jedem Auszuge des Stempels ſelbige anders gedreht werden müſſen, wodurch die Arbeit ſelbſt verzögert wird, ſo hat beſonders **s'Graveſande** einen Mechanismus angegeben, welcher nicht allein zur Bewegung der Kolben dienet, ſondern auch jedesmahl beym Anfang eines neuen Zuges den Hahn von ſelbſt wieder in die gehörige Stellung verſetzet. Er beſchreibet übrigens zwey Luftpumpen [α]), welche er durch den berühmten holländiſchen Mechaniker, Johann **von Muſſchenbroek**, der ebenfalls hiervon Nachricht ertheilet [β]), verfertigen laſſen. Die erſte iſt eine **doppelte** Luftpumpe, an welcher die Kolbenbewegung, wie bey der hawksbee'ſchen, vermittelſt eines Getriebes verrichtet wird. An der Axe des Sternrades iſt nämlich eine Druckſtange angebracht, welche aus zwey gleichlaufenden Hebelsarmen beſtehet, ſo daß man jedes Ende mit einer Hand angreifen, und durch abwechſelndes Heben und Niederdrücken dem Kolben die nöthige Bewegung mittheilen kann. Die beyden Cylinder ſtehen vertikal, und haben ihre Oeffnung oben, den Boden unten; hierſelbſt ſind

ſie

α) Elementa philoſoph. natural. mathem. Tom. II. lib. IV. cap. 4.

β) Beſchreibung der doppelten und einfachen Luftpumpen, überſetzt von J. C. Thenn. Leipz. 1765. 8. franzöſ. als ein Anhang beym eſſai de phyſique par P. van *Muſſchenbroek*, traduit par *Maſſuet*. Paris 1739.

ſie mit derjenigen Röhre verbunden, durch welche die Luft aus der Glocke treten muß. Jeder Cylinder hat unten einen eigenen Hahn, welcher doppelt durchbort iſt, und die Griffe beyder Hähne ſind mit einer horizontal dazwiſchen liegenden Stange ſo verbunden, daß beyde allemahl zugleich auf folgende Art in Bewegung kommen. An der Axe des Sternrades hängt hinterwärts der Pumpe ein Schwengel, welcher ſich in zwey Arme ſpaltet, und als ein Pendel ſchwingt, wenn die Pumpe in völliger Arbeit iſt. Auf der Mitte derjenigen Stange, welche beyde Hähne verbindet, iſt eine beſondere Vorrichtung angebracht, welche beym Anfange eines jeden neuen Zuges einen von den Armen des Schwengels ergreift, und auf dieſe Weiſe beyde Hähne zugleich umdrehet. So werden alſo gleich beym Anfange des Zuges die Hähne in die gehörige Stellung verſetzet, und behalten ſelbige im Fortgange des Zuges, weil der Arm des Schwengels die Vorrichtung bald wieder verläßt. Die andere s'graveſandiſche Luftpumpe iſt eine **einfache**, welche ſonſt der vorigen ähnlich iſt. Weil aber das Rad hier nie einen ganzen Umlauf vollendet, ſo iſt nur nöthig, ſtatt des ganzen Sternrades einen Kreisſektor zu gebrauchen, deſſen Bogen gehörig mit Zähnen verſehen iſt. Auch ſteht hier der Cylinder nicht vertikal, ſondern hat eine gegen den Horizont geneigte Lage. Dieſe beyden Pumpen ſind übrigens ſehr zuſammengeſetzet, und dieſerwegen nicht allein koſtbar, ſondern auch vielen Reperaturen unterworfen. Indeſſen werden ſie von **Muſſchenbroek** α) gerühmt, daß man mittelſt derſelben in ſehr kurzer Zeit und mit leichter Mühe die Luft ſtark verdünnen könne, wiewohl er auch eine andere größere und weitere Luftpumpe denſelben vorziehet, welche ſchon 1680 von ſeinem Vater und deſſen Bruder erfunden worden.

Auch hat der Abt **Nollet** β) zwey von ihm erfundene Einrichtungen der Luftpumpe angegeben, nämlich eine einfache

α) Introduct. ad. philoſoph. natura. Tom. II. §. 2120.

β) Mémoir. ſur les inſtrumens qui ſont propres aux expériences de l'air; in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1740, 1741. ingl. Leçons de phyſique expér. Tom. III. leç. X.

fache und eine doppelte. Die einfache Luftpumpe kömmt in Anſehung des äußerlichen Anſehens mit der boyliſchen und papiniſchen überein. Der Cylinder ſteht auf ſeinem Fußgeſtelle vertikal, und der Stempel wird wie bey der papiniſchen vermittelſt eines Steigbügels mit dem Fuße herunter- und durch eine auswärts gehende Stange an einem Handgriffe mit der Hand wieder aufgezogen. Der Hahn iſt oberhalb des Cylinders wie bey der boyliſchen Luftpumpe angebracht, jedoch mit dem Unterſchiede, daß hier der Stöpſel k (fig. 60.) nicht nöthig iſt, um die Luft aus dem Cylinder zu laſſen. Der nolletſche Hahn iſt nämlich wie der ſenguerdſche doppelt durchbort, ſo daß man durch abwechſelnde Stellung des Griffs entweder den Cylinder mit dem Teller, oder mit der äußern Luft in Verbindung bringen kann. Beym Gebrauche dieſer Pumpe muß man alſo vor dem Niedertreten den Hahn in die eine, und vor dem Heraufziehen desſelben in die andere Stellung verſetzen. Vor die Oeffnung des Hahns ſetzt **Nollet** ein Ventil, welches wohl die Luft aus dem Cylinder heraus, aber keine äußere Luft hineinläßt. Die Abſicht hierbey iſt, das Aufziehen des Stempels zu erleichtern. Iſt nämlich der Stempel niedergetreten worden, ſo tritt aus dem Recipienten in den Raum des Cylinders Luft, welche eine geringere Dichtigkeit als die äußere atmophäriſche Luft beſitzet. Wird hiernächſt der Hahn ſo geöffnet, daß die äußere Luft mit dem Cylinder in Verbindung ſtehet, ſo ſchlüpft die äußere Luft, wenn kein Ventil da iſt, in den Cylinder ſo lange hinein, bis die innere ſo dicht, als die äußere iſt. Liegt aber das Ventil vor der Oeffnung, ſo enthält der Cylinder Luft von weit geringerer Dichtigkeit, als die äußere atmoſphäriſche, und der Druck der Atmoſphäre von unten auf treibt den Kolben beynahe von ſelbſt wieder zurück, ſo daß die arbeitende Perſon nur wenig nachzuhelfen hat, um den Kolben ganz einzuſtoßen. Man ſieht leicht, daß dieſe Pumpe auch als Compreſſionsmaſchine gebrauchet werden kann, wenn das Ventil vom Hahne weggenommen wird.

Nollets

Nollets doppelte Luftpumpe kömmt in Anſehung der mechaniſchen Anordnung, die Kolben zu bewegen, mit der hawksbee'ſchen Luftpumpe überein. Die beyden Cylinder ſtehen neben einander vertikal, in welche die Stempel mit den gezahnten Zugſtangen von unten hineingehen, und vermittelſt eines Sternrades durch eine lange Kurbel beweget werden. Gleich über beyden Cylindern iſt ein Aufſatz angebracht, worin ein Hahn ſteckt, welcher ſo durchbort iſt, daß er beym Hin- und Herwenden bald den einen bald den andern Cylinder mit dem Recipienten in abwechſelnde Verbindung bringt. Die Kurbel, welche das Rad drehet, drehet zugleich bey jedem Anfange eines neuen Zuges den Hahn gehörig um, und zwar vermittelſt eines kurzen Zapfens, der das Ende vom Griffe des Hahns ergreift, ſolches durch einen Bogen mit herumführet, wodurch eben der Hahn die gehörige Stellung erhält. Hierbey müſſen aber die Kolben ſelbſt ſich nicht mit dem Hahn zugleich bewegen, ſondern der Hahn muß jedesmahl ſchon in ſeine rechte Stellung gebracht ſeyn, bevor die Kolben ihre Bewegung anfangen. Die hierzu nöthige mechaniſche Einrichtung hat **Nollet** umſtändlich beſchrieben, und würde, hier anzuführen, zu weitläuftig ſeyn. Das Weſentlichſte hiervon findet man auch beym **Karſten**. Uebrigens iſt dieſe Luftpumpe außerhalb Frankreich nicht in Gebrauch gekommen.

Durch die ſenguerdiſchen, s'graveſandſchen und nolletſchen Luftpumpen iſt der Gebrauch der Hähne beynahe allgemein eingeführet worden, ohne Zweifel, weil ſeit der erſten Erfindung dieſe Arten von Luftpumpen dauerhafter verfertiget, und ſowohl zu ſtarker Verdünnung als auch zur Verdichtung der Luft ſehr bequem gebrauchet werden konnten. Nur in England ſind die Ventile mehr gebräuchlich geblieben. Die verſchiedenen Mängel, welche man bisher an den Luftpumpen mit Ventilen ausgeſetzet hatte, ſuchte der engliſche Künſtler, **Johann Smeaton**, zu verbeſſern, und ſie vornehmlich auch zum Verdichten der Luft einzurichten. Er gab die von ihm erfundene Luftpumpe im Jahre

1759 an [α]). Sie iſt auch von den Herrn **Käſtner** [β]) und **Karſten** [γ]) deutlich und umſtändlich beſchrieben und abgebildet worden.

Die fig. 63. ſtellt einen vertikalen Schnitt durch die Axe des Cylinders ab und einer von dem Boden des Cylinders ſeitwärts horizontal fortlaufenden Röhre cd vor. Der Cylinder ab ſteht vertikal, in welchen der Kolben von oben hineingehet. Die Kolbenſtange iſt mehr denn doppelt ſo lang, als der Cylinder, und nur am obern Theile mit Zähnen verſehen. Um den Zugang der äußern Luft zum obern Theile des Cylinders abzuhalten, iſt dieſer bey ao mit einem Deckel verſchloſſen, durch welchen die Kolbenſtange luftdicht hindurchgehet. Das Fußgeſtelle der Pumpe iſt wie ein Tiſch mit vier Füßen eingerichtet, und die Bänder zwiſchen den Füßen nebſt dem Tiſchblatte dienen dem Cylinder zur Befeſtigung. Auf dem Tiſchblatte ſtehen ſechs Säulen, wovon zwey ein Querband tragen, das der Axe des Trillings zur Unterlage dienet, die vier übrigen aber eine Platte tragen, worauf der Teller befeſtiget iſt, nebſt noch einem Schraubengeſtelle, welches die Glocke zu befeſtigen dienet, wenn man unter derſelben die Luft verdichten will. Der Kolben hat ein Ventil, welches die Luft nur von unten nach oben durchläßt. Ein anderes Ventil liegt im Boden des Cylinders, welches ebenfalls die Luft nur nach oben durchläßt. Würde nun die Röhre cd ununterbrochen bis zum Teller der Luftpumpe hinauf geführet, und wäre der Cylinder bey ao offen, ſo ſieht man, daß die Pumpe nur zum Verdünnen der Luft dienen könnte. Damit ſie aber auch zur Verdichtung der Luft zu gebrauchen iſt, ſo hat man die Röhre cd nicht allein vermittelſt des angebrachten Hahnes efgh bey d unterbrochen, ſondern auch die Einrichtung ſo gemacht,

α) A letter, concerning ſome improvements made in the Air-Pump. Philoſoph. trans. Vol. XLVII. no. 69.

β) Anfangsgründe der Aerometrie §. 50. u. f.

γ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. VI. Pnevmatik. Abſchnitt V. §. 85 u. f.

gemacht, daß ſich dieſe Röhre vermittelſt des Hahnes in zwey Aeſte vertheilet, davon ein jeder nach Gefallen verſchloſſen werden kann. Der Kopf k des Hahns iſt mit drey horizontalen Schweifen oder Griffen wie k l verſehen, welche am Mittelpunct k gleiche Winkel mit einander einſchließen.

Die innere Einrichtung des Hahnes zeigen fig. 64 und 65. welche horizontale Durchſchnitte vorſtellen, in welchen die Axe der Röhre c d lieget. In der fig. 64. iſt c d die Röhre, der äußere Ring die Hülſe des Hahns, und die innere Kreisfläche der Durchſchnitt des körperlichen Hahns ſelbſt, welcher fig. 65. noch ein Mahl beſonders abgebildet iſt. Die unbewegliche Hülſe (fig. 64.) hat drey Oeffnungen d, m, n. Die eine d hängt mit der Röhre d c zuſammen, von m geht eine Röhre hinauf zum Teller, von n aber geht eine andere Röhre zur oberſten Oeffnung des Cylinders, und hängt daſelbſt mit dem innern Raume des Cylinders ſo zuſammen, wie es bey o p q (fig. 63.) vorgeſtellet iſt. Auch der Körper des Hahns (fig. 65.) iſt an drey Stellen 1, 2, 3 durchbort, welche an die Oeffnungen der Hülſe d, m, n paſſen; von 1 erſtreckt ſich ein Canal bis 2; von 3 geht ein Canal gegen die Axe des Hahns zu, biegt ſich aber bey y aufwärts; ſo wie es die fig. 63. bey d y z vorſtellet. Mit den Linien v 1, v 2, v 3 ſind die drey Schweife des Hahnes parallel.

Hat nun der Hahn dieſe Stellung, daß 1 auf d zutrifft, ſo trifft 2 auf m, und 3 auf n zu; mithin iſt ein Weg von c durch d und m nach dem Raume unter der Glocke, und ein Weg oben von dem Cylinder bey o durch p, q, n, y bis z offen, ſo daß die Luft unter der Glocke mit der Luft im Cylinder unter dem Kolben, und außerdem die Luft über dem Kolben mit der äußern Luft Gemeinſchaft hat. So dient alſo die Pumpe zum Verdünnen der Luft, und dieſerwegen iſt auf dem mit v 1 parallelen Schweife des Hahns der Buchſtab E (exantlatio) geſtochen.

Wenn der Hahn ſo gedrehet wird, daß 3 auf d zutrifft, ſo trifft 1 auf m und 2 auf n zu; mithin hat nun die äußere Luft durch z, y, c, f mit der Luft unter dem Stempel im

Cylinder

Cylinder Gemeinſchaft; von der Luft über dem Stempel aber geht ein Weg durch o p q und n, m bis zu der Luft unter der Glocke hinauf. In dieſer Stellung dient die Pumpe zum Verdichten. Beym Heraufziehen des Stempels tritt die äußere Luft durch z y d c, öffnet das Ventil f, und tritt in den innern Raum des Cylinders unter den Stempel; beym Herabwinden des Stempels ſtößt dieſe Luft das Kolbenventil auf, und begibt ſich in den Raum über den Kolben, und wird beym folgenden Auszug des Stempels durch die Röhre o p q unter den Teller in die Glocke gepreßt. Aus dieſer Urſache wird der mit v 3 parallele Schweif des Hahns mit dem Buchſtaben c (compreſſio) bezeichnet.

Hat endlich der Hahn dieſe Stellung, daß 3 auf m trifft, ſo iſt nun der innere Raum der Glocke mit der äußern Luft ſelbſt verbunden, und eben dieſe Stellung dienet, die Luft wieder unter die Glocke zu laſſen, wenn ſie ausgeleeret, oder ſie herauszulaſſen, wenn ſie verdichtet war. Daher hat auch der mit v 2 parallele Schweif kein Zeichen.

Durch dieſe ſinnreiche Einrichtung des Hahnes hat **Smeaton** bey den Luftpumpen mit Ventilen den Vortheil erhalten, ſie nicht nur zum Verdünnen, ſondern auch zum Verdichten der Luft zu gebrauchen. Außerdem aber gewähret der Deckel, welcher den Cylinder oben bey a o verſchließt, noch den Vortheil, daß von oben keine Luft über dem Stempel eindringen kann. Dieſerwegen iſt auch an der Oeffnung o ein drittes Ventil angebracht, welches wohl die Luft aus dem Cylinder heraus, aber keine hineinläßt, indem weder beym Verdünnen noch beym Verdichten Luft eingeht. Die eingehende Luft würde aber beym Verdünnen ſowohl als Verdichten hinderlich ſeyn. In beyden Fällen nämlich würde ſie durch ihre Elaſticität das Heraufwinden des Stempels ungemein erſchweren, indem beym Verdünnen die atmoſphäriſche Luft in den Cylinder, und beym Verdichten die unter der Glocke ſehr ſtark verdichtete Luft über den Stempel treten würde.

Auch die Ventile hat Smeaton beträchtlich verbeſſert. Im Bodenſtücke des Cylinders befindet ſich eine runde Vertiefung ff, mit welcher die Röhre cd zuſammenhängt. Dieſe Vertiefung iſt im Durchmeſſer drey Mahl weiter als die Röhre cd, und über ihre obere Oeffnung iſt die Ventilblaſe geſpannt. Durch dieſe Einrichtung wird alſo der Druck der Luft gegen die Blaſe 9 Mahl ſtärker, als wenn das Ventil, wie an der hawksbee'ſchen Luftpumpe, eingerichtet wäre; damit aber der Druck der Luft dieſe Blaſe nicht zerreiße, ſo bringt Smeaton über der Oeffnung ff ein zartes Netz von Metal an, welches aus ſieben Sechsecken beſtehet, wovon ihrer ſechs um das ſiebente in der Mitte befindliche herum liegen. Dieſes Netz befindet ſich in der Mitte einer metallenen Scheibe, welche auf dem Boden des Stiefels liegt, und über welche eben die Blaſe geſpannt iſt. Schließt nun der Stempel an dem Ventil allenhalben genau an, ſo muß nothwendig alle Luft unter dem Kolben durch das Kolbenventil hinaustreten. Zu dieſer Abſicht iſt in der Mitte der ebenen und glatten Grundfläche des Kolbens eine kleine Oeffnung γ, über welcher das Kolbenventil liegt. Durch den darüber liegenden Theil des Kolbens gehen die paar kleinen Oeffnungen α und β hindurch, um die Luft hinaufzulaſſen. Bey dieſer Einrichtung bleibt zwar allerdings ein Theil der im Cylinder befindlichen Luft unterhalb des Kolbens ſitzen, welche aber nur den kleinen Canal γ ausfüllt. Wäre bey o kein Ventil befindlich, ſo würde die unter dem Kolben zurückbleibende Luft mit der äußern gleiche Dichtigkeit haben. Weil aber das Ventil bey o alle äußere Luft abhält, mithin der obere Raum beynahe luftleer iſt, ſo wird der zurückgebliebene Theil Luft in γ das Kolbenventil ſo lange heben, und ſich ausbreiten, bis ſie nur noch gleiche Dichtigkeit mit der Luft unter der Glocke hat. Wie viel es zu ſagen habe, wenn bey o kein Ventil befindlich wäre, läßt ſich auf folgende Art überſehen. Verhielte ſich der Raum, in welchem die Luft von gleicher Dichtigkeit mit der atmoſphäriſchen Luft unter dem Kolben zurückbleibt, zum

ganzen

ganzen Raume des Kolbenzuges wie 1 : μ, ſo würde dieſe Luft, nachdem der Stempel hinaufgewunden worden, μ Mahl dünner ſeyn, als die äußere, und wenn alsdann die Luft unter der Glocke ſchon eben ſo ſtark verdünnt wäre, ſo könnte in den Cylinder nichts mehr hineintreten, und die Verdünnung ließe ſich nun nicht weiter treiben. Iſt hingegen das Ventil in o da, ſo wird die ſchon μ Mahl verdünnte Luft in γ noch μ Mahl verdünnt, und nun kann die μ Mahl dichtere Luft in der Röhre c d das Bodenventil gar wohl noch auſſtoßen. Zuletzt kömmt noch alles darauf an, daß der Stempel oben am Deckel des Cylinders in ſeinem höchſten Stande recht genau anſchließt, und daß zwiſchen dem Ventil o und dem Kolben ſo wenig Luft, als möglich iſt, ſtecken bleiben, weil ſie daſelbſt mit der äußern einerley Dichtigkeit hat. Geſetzt es bleibe bey o ein Raum, der ρ Mahl kleiner iſt, als der Raum des Kolbenzuges, ſo wird ſich doch die darin zurückgebliebene Luft, wenn der Kolben herabgewunden wird, durch den ganzen Raum des Kolbenzuges ausbreiten, und ρ Mahl dünner werden als die äußere Luft. In dem Raume γ alſo wird die zurückbleibende Luft ebenfalls ρ Mahl dünner als die äußere Luft ſeyn. Iſt nun dieſer Raum γ μ Mahl kleiner als der Raum des Kolbenzuges, ſo wird die darin befindliche Luft, wenn der Kolben ganz wieder in die Höhe gewunden iſt, $\rho \times \mu$ Mahl dünner als die äußere Luft ſeyn, und bis auf dieſe Grenze wird ſich die Verdünnung der Luft unter der Glocke auch treiben laſſen.

Smeaton berichtet, er habe gefunden, daß ſeine Maſchine die Luft ordentlich ungefähr 1000 Mahl verdünne, wenn ſie rein zuſammengeſetzet iſt; ſonſt aber habe er ſie allezeit wenigſtens 500 Mahl verdünnen können.

An der ſmeatonſchen Luftpumpe ſind nachher verſchiedene Verbeſſerungen angebracht worden. Nach den von **Nairne** und **Blunt** angebrachten iſt ſie vom Hrn. Hofr. **Lichtenberg** *) beſchrieben. Ihren äußern Bau gibt die fig. 66.

*) Erxleben Anfangsgr. der Naturl. Gött. 1794. Nach der Vorrede.

Der Cylinder ed nebſt der mechaniſchen Anordnung der Kolbenbewegung durch die Kurbel B und Zahnſtange C iſt wie zuvor ungeändert. Aus dem untern Ende des Cylinders geht ebenfalls die Röhre edc ununterbrochen in das metallene Stück cb, das wie eine Stange ausſieht, aber eigentlich eine Röhre iſt, welche unter dem Teller A der Luftpumpe fortläuft, und ſich bey a in das Loch des Tellers öffnet; aus dem obern Ende des Cylinders aber geht die Röhre gh durch einen ähnlichen Canal ok in den Teller. Statt des unten liegenden ſmeatonſchen Hahnes ſind zwey gewöhnliche ſenguerdiſche Hähne zu mehrerer Bequemlichkeit oben bey m und n angebracht. Haben dieſe Hähne die Stellung, wie die Figur zeiget, ſo ſteht nun der Canal cb mit dem innern Raume der Glocke in Verbindung; ok aber iſt von der Glocke abgeſchnitten und dagegen mit der Büchſe i verbunden, aus welcher auf der abgewandten Seite ein Loch in die freye Luft gehet. Auf dieſe Weiſe iſt nun die Pumpe zum Verdünnen eingerichtet; denn ſobald der Kolben aufgewunden wird, ſo tritt die unter der Glocke befindliche Luft durch den Canal abcdE in den luftleeren Stiefel, welche beym Niederwinden durch das Kolbenventil über den Kolben ſich begibt; und beym abermahligen Auswinden des Stempels durch den Canal Dghi in die freye Luft getrieben wird. Werden aber die Hähne um $\frac{1}{4}$ des Cirkels gedrehet, ſo iſt der Canal cb von der Glocke abgeſchnitten, und mit der freyen Luft verbunden, ok hingegen hat mit dem innern Raume der Glocke eine Gemeinſchaft. Dieſe Stellung der Hähne macht alſo nun die Pumpe zum Verdichten geſchickt; denn beym Aufwinden des Stempels begibt ſich äußere Luft durch den Canal cdeE in den Stiefel, welche beym Niederwinden über denſelben tritt, und beym folgenden Aufwinden durch den Canal Dghka unter die Glocke getrieben wird. Auf den Hähnen ſind Striche mit E und C eingeſtochen, welche als Zeichen dienen, wie ſie ſtehen müſſen, um zu exantliren oder zu comprimiren. Durch die Hähne könnte man auch zur verdünnten Luft wieder äußere hinzu-

und

und die verdichtete herauslaſſen; um ſie aber zu ſchonen, iſt zur Seite des Canals o k die luftdichte Schraube k angebracht, welche man öffnen, und ſo den innern Raum der Glocke mit der äußern Luft verbinden kann.

Statt der Blaſe iſt zu den Ventilen ein angeſchraubtes Stück Wachstaffet mit vier Zipfeln angewendet worden. Der Kolben beſteht aus zwey Stücken, deren unteres gerade durchbohrt, und mit dem Ventile bedeckt, das obere ſchief durchbohrt iſt. Beyde ſind durch zwiſchenliegendes Leder am Rande feſt verbunden; in der Mitte aber laſſen ſie zwiſchen ſich einen kleinen Raum, damit ſich das Ventil heben könne.

Bey allen dieſen angebrachten Verbeſſerungen behält doch noch dieſe Luftpumpe den Fehler, daß die Verdünnung der Luft nur bis auf eine gewiſſe Grenze Statt finden kann, wenn nämlich die verdünnte Luft nicht Kraft genug mehr hat, das Ventil zu öffnen. Um aber auch dieſen zu vermeiden, haben die Herrn **Hurter** und **Haas** ein Pedal mit eigenen Vorrichtungen am Boden des Stiefels angebracht, womit das Bodenventil durch Treten geöffnet, und der auch noch ſo ſtark verdünnten Luft der freye Durchgang verſtattet wird. Beſchreibungen hiervon geben **Cavallo** [α]) und **Lichtenberg** [β]). Die Einrichtung des Herrn **Haas** iſt einfacher, als die des Herrn **Hurter**, und fig. 67. abgebildet. An dem untern Theile a b des Stiefels iſt ein Stück Meſſing c c d e f mit einem weiten Canale durch Schrauben mit Ledern befeſtiget. An dieſes iſt ein anderes Stück g mit der daran gelötheten Röhre h, welche nach dem Teller hinaufgehet, angeſchraubet. Ueber der untern Oeffnung der Pumpe iſt ein Stück geölter Taffet geſpannt, welches ſechs Löcher hat, und vermittelſt eines meſſingenen Ringes in das Stück c d c eingeſetzet iſt. In dem Canale d e befindet ſich der Stempel k i r, welcher unten bey r in

 den

α) Philoſoph. transact. Vol. LXXII. for. 1783. P. II. p. 435. ſqq.
β) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. III. St. 1. S. 97 u. f.

den **Hebel** o m eingeſetzet iſt, der ſich um m drehet. Durch die Mitte des Stempels geht ein Stück Meſſing, um welches lederne Scheiben liegen, die bis an die Scheiben r und k reichen. Die Axe des Stempels iſt bis zur Mitte durchbohrt, wo ſich eine Seitenöffnung befindet, die mit der Röhre h Gemeinſchaft hat. Endlich iſt unten bey k in einem noch übrigen kleinen Raume eine Spiralfeder angebracht, die den Stempel hinaufdrückt. Iſt der Stempel in Ruhe, ſo bedeckt der Taffet oben bey r die Oeffnung, mithin iſt dadurch die Communication des Stiefels mit dem innern Raume der Glocke ganz abgeſchnitten; tritt man aber auf o, wodurch ſich der Stempel ein wenig herabbegibt, ſo iſt er nun mit dem Taffet bey r nicht mehr in Berührung, und die Luft kann ungehindert durch r, und durch die Löcher des Taffets in den Stiefel treten. An dieſer ſehr ſinnreichen Einrichtung bemerket doch Herr **Lichtenberg**, daß ſie die gehoffte Wirkung nicht thue, wofern nicht durch die beyden noch übrigen Ventile ein eben ſo freyer Durchgang der Luft verſchaft werde.

Da alle bisherige Bemühungen, die Luftpumpen ſowohl mit Hähnen als Ventilen dem Zwecke entſprechend vollkommen zu verfertigen, fruchtlos waren, ſo gab in Holland Johann **Cuthbertſon** eine eigene Einrichtung an, bey der er alle Fehler vermieden zu haben glaubte *). Das Weſentlichſte derſelben beſteht in folgenden.

Ueber dem Cylinder (fig. 68.) a b befindet ſich eine Lederbüchſe c, durch welche die Stange des Stempels luftdicht hindurchgehet, und über ſelbiger noch ein Gefäß d mit Oel. Auch n iſt eine Oelbüchſe, welche das Oel aufnimmt, ſo mit der Luft beym Rückzuge des Stempels durch den Canal q q getrieben wird. Iſt dieſe Büchſe voll Oel, ſo geht es in das Gefäß d durch den Canal m über. o p iſt ein Draht, welcher dienet, den Canal q q als Stöpſel luftdicht

*) Beſchreibung einer verbeſſerten Luftpumpe, a. d. Engl. überſ. in den Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. IV. St. 1 und 2. Leipz. 1788. gr. 8. S. 83 u. f.

dicht zu verſchließen. Die durch den Canal q q getriebene Luft ſtößt ihn in die Höhe, worauf er alsdann durch ſein eigenes Gewicht wieder herabfällt, und die Oeffnung des Canals verſchließt. Ein Paar Stückchen Metall erhalten ihn in der gehörigen Richtung. Dieſe Vorrichtung vertritt die Stelle des ſonſt gewöhnlichen Ventils im Deckel des Cylinders.

Im Boden des Stiefels iſt in der Mitte ein Loch durchgebohrt, um Gemeinſchaft des Stiefels mit dem innern Raume der Glocke durch den Canal r zu erhalten. Dieſe Communication wird durch folgende Einrichtung unterbrochen. Die Stange e e des Stempels iſt hohl, und enthält die dünnere Stange f g, an deren unterem Ende ein langer Stift k l iſt, welcher bey l einen Querſtift beſitzet, der breiter, als die engſte Oeffnung des im Boden eingebohrten Lochs iſt. Dieſe Stange f g geht durch eine Lederhülſe im mittleren Theile des Stempels, und läßt ſich darin luftdicht hin und her ſchieben. Wird nun der Kolben in die Höhe gezogen, ſo verſtattet der Querſtift unten bey l die Stange f g nur bis zu einer gewiſſen Höhe mitzunehmen; alsdann hat der Cylinder mit der Glocke durch die Röhre r Gemeinſchaft, mithin kann die Luft unter der Glocke in den Cylinder treten. Wird hiernächſt der Stempel wieder niedergedrückt, ſo nimmt die in den Cylinder getretene Luft einen Ausweg durch den Stempel, deſſen Einrichtung gleich beſchrieben werden ſoll; zugleich wird bey dieſem Rückzuge des Kolbens die Stange g f niedergeſtoßen, ſo daß ihr Ende bey k die Oeffnung im Boden verſchließt, und daher die Communication des Cylinders mit der Glocke aufhebt.

Der Stempel beſteht aus zwey Stücken, einem äußern und einem mittleren. Das mittlere, an welchem die Zugſtange ſitzt, iſt koniſch, und hat an der untern breitern Fläche einen hervorragenden Rand. Das äußere Stück iſt genau nach der Form des mittleren und ſeines Randes ausgehöhlt. Wird nun der Stempel aufgezogen, ſo ſchließt das mittlere Stück genau in die Höhlung des äußern, und es kann daher keine Luft von oben hinein in den Cylinder

 dringen;

bringen; wird er aber niedergeſtoßen, ſo begibt ſich das mittlere Stück aus dem äußern heraus, ſo weit es der etwas hervorragende Rand h h erlaubt, und nun iſt der Luft im Cylinder der freye Durchgang durch den Kolben verſtattet.

Dieſe Einrichtung, ſo ſinnreich ſie auch iſt, läßt doch immer noch bey jedem Kolbenzuge etwas Luft zurück, indem der Kolben oben nicht ganz genau anpaßt, und die daſelbſt befindliche Luft den Draht o p in die Höhe ſtoßen muß. Es wird daher die Verdünnung der Luft auch hier nur bis zu einer gewiſſen Grenze gehen können, wenn nämlich die über dem Kolben zurückgebliebene Luft nicht mehr vermögend iſt, den Draht p o aufzuſtoßen. Ueberdem erfordert dieſe Luftpumpe, beſonders was die Einrichtung des Stempels betrifft, eine ſolche genaue Bearbeitung, die von den ausübenden Mechanikern nicht allemahl erwartet werden kann. Ueberhaupt bleibt es, ſo wie bey allen Maſchinen, alſo auch hier, ein Grundſatz der ausübenden Mechanik, daß diejenige Einrichtung, welche einfach, mithin aus ſo wenigen Theilen, als möglich, zuſammengeſetzet iſt, die vollkommenſte und dauerhafteſte iſt.

Herr **Schrader** *) in Kiel hat durch Anwendung der gewöhnlichen Büchſenventile, wobey alles durch äußere Kräfte beweget wird, den bekannten Fehlern an den Luftpumpen abzuhelfen geſucht. Die Verbeſſerung brachte er an einer ſmeatonſchen Luftpumpe an, welche er ſo eingerichtet hatte, daß ſie bloß ſowohl beym Auf- als auch beym Niederwinden des Stempels zur Verdünnung diente, die Veranſtaltung zum Comprimiren aber gänzlich wegfiel.

Der Stiefel iſt 22 Zoll lang und hat 3 Zoll im Durchmeſſer. Der Stempel (fig. 69.) o iſt nicht durchbohrt. Auf der Breite der gezahnten Kolbenſtange ſind Stifte immer drey Zoll weit von einander aufgeſetzet, welche in der Figur mit Punkten bezeichnet ſind. Dieſe Stifte dienen, den

*) Beſchreibung einer neuen und vollkommeneren Einrichtung der Luftpumpe. Flensburg und Leipzig 1791. 8. im Auszuge in Grens Journal der Phyſik B. III. S. 357 u. f.

den 12 Zoll langen Hebel g gleichſam ſtoßweiſe niederzu⸗drücken. Zu dieſer Abſicht iſt er um ſeinen Ruhepunkt h beweglich, den er an einer von den Säulen hat, die den Teller tragen. Von dieſem Hebel g geht eine Schnur über zwey Rollen herab, wie es die Figur deutlich zeiget. Nicht weit vom unteren Boden des Cylinders befindet ſich ſeitwärts ein metallenes Kegelventil; die Spitze des Kegels iſt gegen den Cylinder gekehret, und auf der Baſis desſelben iſt ein Draht eingeſchraubet, an deſſen Ende der von dem Hebel g über die beyden Rollen herabgehende Faden befeſtiget iſt. Uebrigens wird der Kegel von einer in der 4 Zoll langen und 1 Zoll breiten Röhre p befindlichen Spiralfeder, welche ſich gegen den angeſchraubten Deckel ſtemmt, in die Oeff⸗nung des Ventils gepreßt. Wenn folglich beym Nieder⸗winden des Stempels der Hebel g niedergedrückt wird, ſo öffnet ſich dadurch das Ventil, durch welches die Luft aus dem Cylinder ins Freye gehet.

Die obere Oeffnung des Cylinders iſt verſchloſſen, und die Kolbenſtange geht bey d in ledernen Scheiben. Auf dem Deckel iſt ein Ventil f angebracht, welches dem bey p vollkommen gleich iſt. Von dem Drahte dieſes Kegels geht eine Schnur bis an das vordere Ende eines Hebels i hinauf, der ſeinen Ruhepunkt dicht unter dem Kaſten, in welchem das Getriebe zur Bewegung der gezahnten Stange befindlich, in x hat, und an ſeinem äußerſten Ende von Stiften ergriffen wird, welche auf der Hinterſeite der Stange aufgeſetzet ſind. Wenn folglich der Stempel in die Höhe gewunden wird, und die Stifte der Stange den Hebel i er⸗greifen, ſo hebt ſich dieſer und mit ihm zugleich der Kegel des Ventils; daher die Luft in dem Cylinder über dem Kol⸗ben einen freyen Ausweg findet. Damit aber dieſer Hebel beym Niederwinden des Stempels nicht wieder ergriffen werde, hat er in der Mitte bey i ein Gelenke, ſo daß bloß der vordere Theil des Hebels niedergedrückt, und eine unten befindliche Feder ihn wieder in ſeine vorige Lage verſetzet, der hintere Theil hingegen auf einer Unterlage horizontal erhalten wird.

An der andern Seite des Cylinders iſt ein drittes Ventil angebracht, ſo daß die Oeffnung desſelben von der innern Deckelwand des Cylinders genau ſo weit entfernet iſt, als die Höhe des Kolbens ausmacht. Bey dieſem Ventile iſt die Grundfläche des Kegels gegen den Cylinder gerichtet, und die kleine Röhre k inwendig genau ausgebohrt und geſchliffen, damit ein kleiner Stempel darin vollkommen anſchließe. Das Stück Meſſing, in welches der Kegel paſſet, iſt aufwärts vertikal durchbohrt, ſo daß beym aufgeſtoßenen Kegel eine Verbindung des Cylinders mit dieſem durchbohrten Canal Statt findet. Auf dieſes Stück läßt ſich eine Röhre aufſchrauben, die mithin eine Gemeinſchaft mit dem Cylinder haben kann. In die Spitze des Kegels iſt eine kleine metallene Stange eingeſchraubet, an welcher der kleine Kolben befeſtiget iſt, der in der Röhre k genau anſchließt, und vermittelſt des Knopfs l hin und her beweget werden kann. An dieſen kleinen Kolben ſtemmt ſich auch die in der Röhre k befindliche Spiralfeder, wenn ſie das Ventil aufſtößt, welches ſonſt von jener im ruhigen Stande angezogen wird. Am Ende dieſer Röhre k befinden ſich noch ein Paar lederne Scheiben, durch welche die kleine metallene Stange hindurch gehet, und welche vorzüglich dazu dienen, daß die äußere Luft auf den kleinen Kolben nicht drücken und den Kegel wieder aufſtoßen könne. Uebrigens müſſen bey allen Ventilen die Grundflächen der Kegel mit der inwendigen Seite des Cylinders genau zuſammenfallen, ſo daß ſie einerley Fläche mit derſelben bilden, und keine Erhöhung oder Vertiefung entſtehe.

Wenn der Stempel aufgewunden wird, und vollkommen am Deckel des Cylinders anſchließt, ſo wird ſogleich eine Gemeinſchaft mit dem innern Raume der Glocke und dem des Cylinders entſtehen, ſobald der Knopf l des obern Seitenventils hineinwärts gedrückt wird; mithin kann nun die Luft aus der Glocke in den Cylinder treten. Dieſe Gemeinſchaft wird aber nach Nachlaſſung des Druckes an dem Knopfe l aufgehoben. Beym Herabwinden des Stempels ergrei-

ergreifen alsdann die Stifte an der Zahnſtange den Hebel g, wodurch das Ventil bey p ſtoßweiſe geöffnet wird, ſo daß die unter dem Kolben befindliche Luft einen Ausweg findet. Während dieſes Herabwindens iſt über dem Kolben im Cylinder ein leerer Raum entſtanden; öffnet man alſo wiederum das Seitenventil bey k, ſo geht von neuem Luft aus der Glocke in den Cylinder über. Wenn hiernächſt das Aufwinden des Stempels zum zweyten Mahle erfolget, ſo ergreifen die Stifte an der Hinterſeite der Zahnſtange den Hebel i, wodurch das Ventil oben bey f ſich öffnet, und der über dem Kolben befindlichen Luft einen Ausweg verſchaft.

Herr **Schrader** verſichert, daß dieſe Luftpumpe der gehofften Wirkung ein völliges Genüge geleiſtet habe.

Herr **Wrede** *) hat eine andere Einrichtung der Luftpumpe angegeben, bey welcher ſtatt des ſonſt gewöhnlichen Hahns und Ventils eine ſogenannte **Rohrwalze** gebrauchet wird. Dieſe beſtehet in einer metallenen Scheibe, welche in ihrem Innern zwey ovale Gruben hat, die mittelſt eines halbcirkelförmigen Canals mit einander verbunden ſind. Dieſer Canal gibt, je nachdem er ſo oder anders geleget wird, bald die Gemeinſchaft bald die Hemmung derſelben zwiſchen Glocke und Stiefel. In eben dieſer Rohlwalze befindet ſich außer den Gruben noch ein ganz hindurchgehendes Loch, welches um 45° von der einen Grube entfernet iſt, und dazu dienet, daß der inwendige Raum des Stiefels mit der freyen Luft Gemeinſchaft haben kann. Der Stiefel ſelbſt ſteht vertikal unter der Mitte des Tellers, und in der Röhre, welche zwiſchen ihm und dem Teller ſich befindet, liegt die Rohrwalze. Ihr Spiel wird mittelſt eines mehrmahls gebrochenen Hebels bewirkt, deſſen eines Ende an ein Steigrad angebracht iſt, das zu gleicher Zeit herumgedrehet wird, wenn die Kurbel die Kolbenſtange aus dem Stiefel zieht und ſolche wieder hineintreibt. Der zunächſt am Kolben befindliche

*) Berliniſches Journal für Aufklärung B VII. St. 1. April 1790. im Auszuge im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. VII. St. 1. S. 117 f.

liche Theil der Kolbenſtange iſt bis auf eine Länge, die der Länge des Stiefels gleich iſt, bloß prismatiſch; alsdann aber iſt ein Rahmen in Geſtalt eines Rechtecks an ihr befeſtiget, von welchem die langen Seiten an ihren innern Theilen, wie bey einer Fuhrmannswinde, gezahnt ſind. Durch dieſen Rahmen geht die Axe der Kurbel, an welcher ein Schlüſſelrad, oder ein Kreisbogen von 145° befeſtiget iſt, auf deſſen Stirne Zähne ſtehen, welche zwiſchen die Zähne des Rahmens eingreifen, und bey ihrer Bewegung den Kolben auf- und niederziehen. An dem der Kurbel entgegengeſetzten Ende befindet ſich das obenerwähnte Steigrad, die Kolbenſtange tritt an der Seite, die in das Innere des Stiefels gehet, etwas aus dem Kolben hervor; und bewirkt dadurch, daß der Raum in der Leitröhre zwiſchen der Oeffnung der Rohrwalze und dem Stiefel zu der Zeit völlig angefüllt wird, da der Kolben in den Stiefel zurückgetrieben iſt. Durch dieſe Einrichtung wird aller Raum vermieden, in welchem die Luft ſich aufhalten könnte, die bey Ausziehung des Kolbens wieder in die Glocke zurücktreten würde. Um mit dieſer Luftpumpe ſowohl die Luft zu verdünnen, als zu verdichten, iſt weiter nichts nöthig, als die Kurbel bald nach dieſer, bald nach jener Richtung zu drehen. Auch kann man durch ein ſolches bloßes umgekehrtes Drehen, ohne einen Hahn zu gebrauchen, ſogleich wieder Luft unter die Glocke laſſen.

Herr S. J. W. Reiſer *) zu Mühlhauſen, hat nach ſeinem Berichte die Luftpumpe des Herrn **Cuthbertſons** zu verbeſſern und einfacher einzurichten geſucht. Allein im Ganzen iſt von der cuthbertſon'ſchen Anordnung wenig beybehalten worden. Die reiſerſche Luftpumpe iſt eine doppelte, bey welcher es vorzüglich auf den Mechanismus ankömmt, das Bodenventil zu öffnen. An dieſer Luftpumpe ſind ſo-

wohl

*) Nachricht von einigen Vorrichtungen bey phyſikaliſchen Experimenten, beſonders von einer beſſern Luftpumpe, als die bisherigen. Baſel 1790. 8. im Auszuge im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. VII. St. 2. S. 49 u. f.

wohl die metallenen Stangen, welche in die Oeffnungen einfallen, als auch der Kegel im Kolben, ganz weggelaſſen, und ſtatt derſelben im Boden und im Kolben Kegelventile angebracht. Das coniſche meſſingene Ventil (fig. 70.) a b im Kolben beſitzet ein Stielchen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge, welches das Ventil auf die Seite zu fallen verhindert, indem es ſelbſt in einer Höhlung ſteht, die nur ſo weit iſt, daß es ſich frey auf- und unterwärts bewegen kann. Die Stempel der beyden Stiefeln paſſen übrigens äußerſt genau auf den Boden, und laſſen keinen Raum, wie bey der cuthbertſon'ſchen (außer einem kleinen leeren Ringe, welchen die $\frac{1}{4}$ Linie überſtehenden Leder an der untern Platte des Stempels verurſachen, welcher aber kaum $\frac{1}{2}$ Linie dick iſt). Auch kann keine Luft, wenn ſie ein Mahl über dem Stempel iſt, wieder nach dem Boden kommen, das bey der cuthbertſon'ſchen unvermeidlich iſt. Die Cylinder ſind oben nicht geſchloſſen, und die Stempel tragen daher beym Aufwinden das ganze Gewicht der Atmoſphäre. Herr **Reiſer** aber glaubet, daß dieß der cuthbertſon'ſchen Luftpumpe keinen Vorzug gebe, weil der Druck der Luft kaum ſo viel betragen könne, als das Reiben der Lederbüchſen an den Stangen. Außerdem werde dadurch das Hinabſtoßen der Kolben erleichtert, und ein Stempel erſetze dem andern dieſen Aufwand an Kraft.

Damit das Bodenventil d c auch bey dem äußerſt verdünnten Grade der Luft ſich noch heben müſſe, iſt unter jedem Stiefel eine meſſingene Büchſe t m o u mit Schrauben befeſtiget. In dieſer Büchſe iſt ein kleiner gabelförmiger Hebel t u angebracht, welcher in das Stempelchen des Ventils bey u eingreift. An dieſem Hebel iſt ein Wellbaum, der durch die mit Leder ausgekleidete meſſingene kleine Büchſe t e gehet. Bey e iſt wieder ein Hebel e f und f i an den Wellbaum eingeſteckt. Hier iſt ein anderer Hebel i Q, welcher in ſeinem Ruhepunkte S durch einen Stift an das Bret der Maſchine befeſtiget iſt. Von dem Ende Q geht durch den hölzernen Pfeiler der Maſchine ein metallenes Stempelchen

pelchen, welches unten bey Q mit i Q durch ein Gewerbe verbunden iſt. Oben greift dieſes Stempelchen wieder in einen Hebel, der auch in der Mitte einen Stift hat, und von zwey Stahlfedern auf- und niedergedruckt wird; das andere Ende dieſes Hebels paßt in eine in die gezahnte Stange gefeilte Vertiefung.

Wird nun der Stempel durch Hülfe der gezahnten Stange in die Höhe gewunden, ſo muß das Ende dieſes Hebels aus der Vertiefung der gezahnten Stange heraus; die Stange glitſcht an ihm hinauf, drückt alſo das andere Ende des Hebels, und hiermit zugleich das durch den Pfeiler hinuntergehende Stempelchen niederwärts; dieſes wirkt vermittelſt des Hebels Q i durch die Lederbüchſe t e auf den daſelbſt befindlichen gabelförmigen Hebel d u, und hebt das Ventil c in die Höhe. In dem andern Stiefel geſchiehet gerade das Gegentheil, und ſo öffnen und ſchließen ſich die Ventile mit Gewalt wechſelsweiſe. Damit die Leder in der Büchſe t e feucht bleiben, hat Herr **Reiſer** oben an dem Theile, welcher der größern Büchſe außerhalb vorſteht, ein kleines Loch bohren laſſen, durch welches man zuweilen einen Tropfen Oel hineinfallen läßt.

Mit dieſer Luftpumpe, welche Herr **Reiſer** bloß zum Verdünnen der Luft eingerichtet hat, geht die Ausleerung weit ſchneller von Statten, als mit der cuthbertſon'ſchen.

Alle bisher beſchriebene Abänderungen der Luftpumpen von der erſten Erfindung ſind zwar ſehr ſinnreich, aber auch ſehr zuſammengeſetzet, und dieſerwegen koſtbar, und öftern Reparaturen unterworfen. Unſtreitig bleiben die Luftpumpen mit Hähnen die einfachſten und dauerhafteſten Werkzeuge dieſer Art; alles kömmt nur dabey darauf an, den ſogenannten ſchädlichen Raum entweder gänzlich zu vermeiden, oder ihn doch wenigſtens ſo gering als möglich zu laſſen. Vorſchläge zum erſteren hat bereits Herr **Lichtenberg** *) gethan, den Hähnen aber eine andere Stelle, als ſonſt, angewieſen.

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. III. St. 3. S. 107 f.

wieſen. In dem ſtarken Deckel aa des Stiefels b (fig. 71.) werden die beyden coniſchen Zapfen c und l genau eingeſchliffen, ſo daß ſie die Oeffnungen im Stiefel und die Röhre k und n völlig verſchließen. Die Hälſe dieſer Zapfen ſind mit Schraubengängen verſehen, welche in Schraubenmuttern paſſen, die am Deckel des Cylinders befindlich ſind. Werden nun dieſe Zapfen durch Hülfe der Schlüſſel g und h gedrehet, ſo ſchrauben ſie ſich ein wenig in die Höhe, wodurch die Verbindungen zwiſchen dem Stiefel und den Röhren k und n geöffnet werden, deren erſte unter die Glocke, die letztere in die freye Luft geht. Wird hiernächſt der Stempel ausgezogen, und zuerſt der Hahn c geöffnet, ſo tritt die Luft aus der Glocke in den Stiefel. Darauf verſchließt man den Hahn c, und öffnet den andern l, wodurch beym Einſtoßen des Stempels die Luft aus dem Cylinder durch den Canal n in die freye Luft gehet. Wenn der Stempel an den Boden des Stiefels genau anſchließt, und die Hähne c und l in der innern Fläche des Deckels keine Vertiefungen oder Erhöhungen machen, ſo iſt dadurch der ſchädliche Raum gänzlich vermieden. Der größere Hahn c ſteht zu beſſerer Abhaltung der äußern Luft in der Lederbüchſe e, welche bey dem Hahne l nicht nöthig iſt. Man ſieht übrigens leicht, daß auch dieſe Einrichtung zur Verdichtung der Luft dienet, wenn mit der Stellung der Hähne auf die entgegengeſetzte Art abgewechſelt wird.

Eine andere ſehr einfache Einrichtung einer Luftpumpe mit Hähnen hat neuerlich der Herr **van Marum** *) angegeben, durch welche man ſehr ſchnell einen merklich großen Raum luftleer machen, und dieſelbe auch zum Comprimiren gebrauchen kann. Der Cylinder dieſer Maſchine iſt 25 Zoll hoch und 3½ Zoll weit, und ſteht vertikal. Der Stempel wird an einer gezahnten Stange durch ein Getriebe mittelſt eines

*) Deſcription des quelques appareils chemiques nouveaux ou perfectionés de la fondation Teylerienne et des expériences faites avec ces appareils p. *Mart. van Marum.* à Haarlem 1798. gr. 4.

eines Kreuzhaspels auf- und niedergewunden. Die vertikale Stellung des Cylinders hat dem Herrn **van Marum** den Vortheil verſchaft, den Hahn, welcher ſonſt gewöhnlich mit der Hand gedrehet werden muß, mittelſt des Fußes durch eine eigene Vorrichtung zu drehen. Ueber dem vordern Theile des Hahns (fig. 72.) wird eine Stange a b von 6 Zoll Länge angebracht, und auf ſelbige ein dreyarmiges metallenes Stück befeſtiget, deſſen Figur aus der fig 73. deutlich erhellet. Wenn (fig. 72.) a b vertikal ſtehet, ſo macht alsdann der Hahn mit dem innern Raume des Cylinders und dem Raume der Glocke eine Verbindung, und es kann nun der Stempel in die Höhe gewunden werden. Hierauf wird der Hahn auf folgende Art verſchloſſen: man ſtemmt den Fuß gegen den Arm c, und drehet hiermit den Hahn gegen die Rechte zu. Der Arm (fig. 73.) d berühret den Boden der Maſchine, wenn der Hahn um den vierten Theil ſeines Umkreiſes iſt gedrehet worden, in welchem Falle alsdann der Hahn mit der äußern Luft in Verbindung ſtehet, und folglich durch Einwinden des Stempels die aus der Glocke ausgepumpte Luft fortgeſchaft werden kann. Sobald nun der Stempel den Boden der Luftpumpe erreichet hat, dreht man den Hahn mittelſt des Fußes wieder in die vorige vertikale Stellung. Damit aber der Hahn nicht weiter, als bis zur vertikalen Stellung gehen könne, iſt oben an der Stange (fig. 72.) ab und an der Grundfläche der Maſchine eine metallene Kette befeſtiget. Dieſe beſchriebene Bewegung des Hahns mit dem Fuße iſt ſo leicht auszuüben, daß derjenige, welcher die Pumpe drehet, in ſehr kurzer Zeit eine ſolche Geſchwindigkeit darin erlangen kann, daß der Experimentator gar keine Aufmerkſamkeit mehr darauf zu richten hat.

Eine andere Verbeſſerung, welche der Herr **van Marum** an den gewöhnlichen Luftpumpen gemacht hat, beſteht darin, daß der Stempel an den Boden der Luftpumpe genau anſchließt, welches verurſachet, daß in der Luftpumpe ſo wenig als möglich Luft zurückbleibt. Der Boden der

Luftpumpe ſo wie die Grundfläche des Stempels ſind zu dieſer Abſicht vollkommen eben. An das unterſte Ende des Cylinders iſt nicht, wie bey den gewöhnlichen Luftpumpen, der Boden angelöthet, ſondern er ſchließt vermittelſt eines daſelbſt herumlaufenden Randes (fig. 75.) a a an den Boden vollkommen genau an, woran er durch 6 Schrauben hinlänglich befeſtiget iſt. Der Boden ſelbſt iſt eine Kupferplatte. Damit aber gar keine Luft zwiſchen dem Boden und dem untern Ende des Cylinders eindringen könne, wird rund herum etwas weiches Wachs umgeleget.

In der fig. 76. iſt dieſe Luftpumpe zur Seite vorgeſtellt, wo der Teller A A auf der Säule B, und C D die Communicationsröhre mit dem Teller und dem innern Raume des Cylinders iſt. Die punktirten Linien der Theile unter der Pumpe und unter dem Teller zeigen deutlich, wie ſie durchbohrt ſeyn müſſen. Der kupferne Ring e, an welchen die Röhre C gelöthet iſt, wird mittelſt einer Mutterſchraube f befeſtiget; zwey Ringe von Ochſenleder über und unter dieſem Ringe verhindern das Eindringen der äußern Luft. Die Röhre C D iſt durch den Ring h auf ähnliche Art an das Stück Kupfer i i befeſtiget, auf welches der Teller angelöthet iſt. Dieſer Ring beſitzet in der Mitte ſeiner Unterfläche eine Grube, wie ſolches die fig. 77. zeiget, und der Nagel k, welcher durch dieſen Ring geht, iſt durchbohrt, ſo wie ſolches die punktirten Linien zeigen, um dadurch Gemeinſchaft mit der Glocke und dem Cylinder mittelſt der Röhre C D zu haben, und auch dieſe abzuſchneiden. Die Communicationsröhre C D iſt aus zwey Stücken C und D zuſammengeſetzet, welche auf gleiche Art durch einen Ring wie h, welcher an die Röhre C gelöthet iſt, zuſammen vereiniget ſind.

Der Hahn iſt dem Boden der Luftpumpe ſehr nahe, damit der ſchädliche Raum ſo gering als möglich ausfalle. Dieſer kleine Raum (fig. 75.) l beſitzet eine Länge von $\frac{3}{4}$ Zoll; und iſt im Diameter $\frac{1}{12}$ Zoll. Um die Luft wieder unter die Glocke, oder von da in die freye Luft zu

laſſen, wird der Hahn ſo geſtellet, wie es die fig. 74. vorſtellet.

Der Boden der Luftpumpe (fig. 75.) b b, welcher eine ebene kupferne Platte iſt, ruhet auf 4 kleinen kupfernen Säulen von $3\frac{1}{4}$ Zoll Länge, welche in einen andern kupfernen Ring eingelaſſen ſind, der auf dem Grunde der ganzen Maſchine hinlänglich befeſtiget iſt. Das Getriebe, woran der Stempel auf- und niedergewunden wird, befindet ſich über dem Cylinder in einem hölzernen Gehäuſe d d, auf welchem zu beyden Seiten gerade über den Säulen f f kupferne Vaſen ſtehen. Dieſe Vaſen werden an ſtarke eiſerne Stäbe, welche durch die Säulen f f hindurchgehen, feſt angeſchraubt, ſo wie auch die eiſernen Stäbe durch Schrauben im Fußboden bey g g befeſtiget ſind. Die metallene Platte h h des Stempels iſt an die gezahnte Stange deſſelben befeſtiget, und beſitzet das cylindriſche Stück i mit einer Mutterſchraube, an welches das kupferne Stück l l vermittelſt der Schraube k feſt angeſchraubet werden kann. Zwiſchen h h und l l liegen lederne Scheiben über einander, welche eben vermittelſt der Schraube k ſehr feſt zuſammengepreßt werden können.

An dem kupfernen Stück (fig. 76.) i i unter dem Teller befindet ſich der Hahn m in einem ausgebohrten metallenen Stücke, worein die gläſerne Röhre n n eingeſchraubet werden kann. Dieſe gläſerne Röhre dienet zur Barometerprobe, und dieſerwegen iſt das untere offene Ende in ein Gefäß mit Queckſilber geſtellet. Zur Seite dieſer Röhre iſt ein kleines Lineal von Holz, welches in Zolle eingetheilet iſt, und auf dem Queckſilber ſchwimmt.

Statt der gewöhnlichen Barometerröhre bedienet ſich der Herr **van Marum** einer Röhre in Geſtalt eines Hebers (fig. 78.), in welcher ein Theil a a mit ganz reinem und ausgekochtem Queckſilber angefüllt iſt. Dieſe Röhre iſt an ein Bret, welches gehörig in Zolle eingetheilet iſt und auf einer metallenen Platte ſtehet, befeſtiget. Der Unterſchied der Höhe des Queckſilbers in a a und b b am Ende

der

der Verdünnung zeiget an, zu welcher Höhe das Queckſilber durch den Druck der Luft oder einer andern elaſtiſchen Flüſſigkeit erhaben iſt, welche in dem Recipienten zurückbleibt, worein die Röhre geſtellet worden.

Wie ſtark die Wirkung dieſer Luftpumpe in Anſehung der Verdünnung der Luft iſt, beweiſet folgender von dem Herrn **van Marum** angeſtellter Verſuch. Er nahm eine Kugel, welche 906 Cubikzoll Raum faßte; in dieſer hatte er die Luft mehrere Mahl ſo ſehr verdünnt, daß die zurückgebliebene Luft nur noch eine Queckſilberſäule von einer Linie Höhe tragen konnte. In kleinern Recipienten von 50 bis 100 Cubikzollen Raum trieb er die Verdünnung ſo weit, daß die zurückgebliebene Luft im Stande war, nur noch eine Queckſilberſäule von ½ Linie Höhe zu tragen.

Bey verſchiedenen Experimenten der neuern Chemie hat man nöthig, einen gewiſſen Theil atmoſphäriſcher Luft, welche in Gefäßen eingeſchloſſen iſt, in andere verſchloſſene Gefäße zu leiten, um zu unterſuchen, welche Miſchung dieſelbe mit einer andern Luftart eingehet. Um nun dieſe Luftpumpe zu dieſem Zwecke einzurichten, hat der Herr **van Marum** folgende Vorrichtung angebracht. Es wird nämlich an das äußerſte Ende des Hahns das metallene Stück (fig. 79.) angeſchraubet, ſo daß der coniſche Theil a in einen eben ſolchen coniſchen ausgehöhlten Theil des Hahns genau einpaſſet, und von welchem er mittelſt der Mutterſchraube cc feſt gehalten wird. Der andere Theil b dieſes Stücks, welches der Länge nach ganz durchbohrt iſt, wie ſolches die punktirten Linien vorſtellen, hat eine gewöhnliche Bedeckung von Leder d, das die Oeffnung verſchließt, worüber man das metallene Stück fg ſchraubet, ſo daß es an dem hervorſpringenden Rande ee ſtark angepreßt wird. Ein wenig erweichtes Wachs über den Rand ee geklebt verhindert alsdann das Eindringen und Herausgehen der Luft gänzlich. Das Stück fg hat in dem Theile g eine coniſche Aushöhlung, in welcher man die Oefnung einer beugſamen Röhre, die daſelbſt ebenfalls coniſch ſeyn muß, anbringen

 kann.

kann. Die andere Oeffnung dieſer Röhre, welche auch coniſch ausläuft, wird in das metallene Stück (fig. 80.) eingepaßt, das man an den Rand einer pnevmatiſchen Wanne durch Hülfe der Schraube a befeſtiget. In dem Theile b dieſes Stücks wird eine gläſerne krumme Röhre eingekittet, durch welche die Luft aus einem Gefäße auf dem Geſimſe der pnevmatiſchen Wanne geleitet wird.

Man ſieht leicht ein, daß mit abwechſelnder Stellung des Hahns dieſe Luftpumpe zum Verdichten gebrauchet werden könne.

Außer den bisher beſchriebenen Arten von Luftpumpen hat man noch andere ganz eigenthümliche Arten derſelben vorgeſchlagen, bey welchen beſonders das Queckſilber zur Hervorbringung leerer Räume gebrauchet wird, und welche daher auch **Queckſilberpumpen** oder **hydrauliſche Luftpumpen** genannt werden. Die erſte Erfindung dieſer Art iſt ſchon im Jahre 1722 von dem Schweden, **Emanuel Swedenborg** *), gemacht werden. Sein Vorſchlag iſt dieſer: auf dem Tiſche (fig. 81.) a ſteht die gläſerne Glocke b; c und d ſind zwey Oeffnungen, jede mit einer Klappe verſehen; die Klappe c verſtattet der Luft einen Ausgang aus der Glocke, und die Klappe d einen in die freye Luft. Unter dem Tiſche ſchließt ein eiſernes hohles kegelförmiges Gefäß e an der untern Fläche deſſelben genau an, ſo daß ſeine Höhlung die beyden mit Klappen verſehenen Oeffnungen c und d umfaſſet. Mit dieſem Gefäß iſt ein lederner Schlauch ff verbunden, welcher am äußerſten Ende noch eine eiſerne ſehr dünne Röhre gg enthält. Gießt man nun durch m ſo viel Queckſilber ein, daß der Schlauch ff und ein Theil von e angefüllet wird, und hebt hiernächſt g in die Höhe, ſo ſteigt das Queckſilber in e bis an das Tiſchchen; ſenkt man hierauf g wieder bis unter die Höhe

*) Miſcellanea obſeruata circa res naturales et praeſertim circa mineralia, ignem et montium ſtrata. Lipſ. 1722. 8. p. 101. die Recenſ. hiervon in den actis erudit. Lipſ. 1722. menſ. Maji p. 264. und Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 407 u. f.

Höhe von 28 Zoll herab, ſo fällt das Queckſilber in e, und zieht die Luft aus der Glocke durch die Klappe c nach ſich, welche durch die Klappe d ins Freye gehet, wenn an g wieder gehoben wird. Durch dieſes abwechſelnde Heben und Niederlaſſen kann die Luft unter der Glocke ausgepumpet werden. Noch iſt im Tiſche bey z eine Oeffnung befindlich, welche man mit einem Stöpſel verſchließen kann, um im nöthigen Falle Luft wieder einzulaſſen. Man ſieht wohl, daß dieſer Vorſchlag des Herrn **Swedenborg** ſchwerlich eine Ausführung zuläßt, weil der lederne Schlauch nicht ganz queckſilberdicht verfertiget werden kann. Indeſſen hat doch dieſe erſte Angabe ſehr viel Aehnlichkeit mit der Einrichtung, welche eine geraume Zeit darnach D. **Joſeph Baader** in München angegeben, und ſelbſt beſchrieben hat *). Die fig. 82. ſtellt einen vertikalen Schnitt dieſer Pumpe vor. Mit dem eiſernen Gefäße A iſt die Röhre ab mit dem ſenguerdiſchen Hahne cb oberhalb und die Röhre ff unterhalb verbunden. Letztere hat eine Länge von etwa 32 Zoll, woran ein heberförmiges Stück m mit dem kleinen Gefäße B befeſtiget iſt. Von dieſem Gefäße B geht noch eine enge Röhre pp ſchief hinauf, welche ſich in einen blechernen Trichter C dem Hahne bc gegen über endiget. Wird die Glocke auf den Teller bey a geſetzet, und der Hahn ſo geſtellet, daß der innere Raum des Gefäßes A mit der äußern Luft in Verbindung iſt, außerdem aber auch der Hahn o verſchloſſen, ſo kann man nun durch den Trichter C alles bis nahe unter dem Hahn bc mit Queckſilber anfüllen. Hierauf drehet man den Hahn ſo, daß die Glocke mit dem Gefäße A Gemeinſchaft hat, und öffnet den Hahn o. Das Queckſilber fängt an bey n auszulaufen, bis es in den Schenkel ff an die Linie hh kömmt, wo die Elaſticität der verdünnten Luft über h mit dem Gewicht der Queckſilber-

 ſäule

*) Lorenz Hübners phyſikaliſches Taſchenbuch für Freunde der Naturgeſchichte. Jahrg. 1. 4tes Viertel. Salzburg 1784. S. 650. *Hindenburg*. progr. de antlia Baaderiana hydroſtatico-pnevmatica. Lipſ. 1787. 4. ingl. gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. V. St. 2. S. 91 u. f.

ſäule h m zugleich dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht hält. Hiernächſt wird der Hahn b c wieder in die vorige Stellung gedrehet, der Hahn o verſchloſſen, und das in einem Gefäße aufgefangene Queckſilber wieder in den Trichter C gefüllt, wodurch alles von neuem gefüllt, und die aus der Glocke in das Gefäß getretene Luft ins Freye durch den Hahn b c getrieben wird. Man ſieht leicht, daß durch dieſes wiederhohlte Verfahren die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnt werden könne. Herr **Baader** hat nachher einen andern Vorſchlag zur Verbeſſerung ſeiner Luftpumpe angegeben *). Statt daß ſonſt die Röhre p p durch das heberförmige Stück m mit der Röhre f f feſt verbunden war, wird ſie jetzt durch ein Gewinde, welches den Fügungen der Gelenke an den Röhren der Feuerſpritzen ähnlich iſt, an der feſten Röhre f f beweglich gemacht. Dieſe bewegliche Röhre p p iſt ſo lang, daß ihr oberes Ende in der vertikalen Stellung mit dem horizontalliegenden Hahne b c in einerley Ebene fällt. An die Röhre p p iſt oben ein kugelförmiges Gefäß befeſtiget, welches an körperlichen Inhalt mehr beträgt, als das Gefäß A, damit der Druck des im kugelförmigen Gefäße enthaltenen Queckſilbers daſſelbe durch die enge Röhre p p in das Gefäß A treiben könne, welches bey der vorigen Einrichtung nicht möglich war. Wird nun an dieſer verbeſſerten Luftpumpe alles ſo geſtellet, daß das Gefäß A mit der äußern Luft Communikation hat, und bey vertikaler Stellung der Röhre p p Queckſilber in das kugelförmige Gefäß gegoſſen, bis es an den Hahn b c in der andern Röhre gehet, ſo verſchließt man den Hahn b c, und drehet die bewegliche Röhre p p in die horizontale Lage. Dadurch verwandelt ſich die Maſchine in eine Art von Winkelbarometer, und das Queckſilber kann nicht mehr in der Höhe m b erhalten werden, weil ſie größer als 28 Zoll iſt. Mithin fällt es nun herab, tritt aus dem Gefäße A heraus, und würde 28 Zoll über dem Niveau des andern Gefäßes ſtehen bleiben, wenn ſich über ihm eine völlige Leere bildete.

*) Grens Journal der Phyſik B. II. S. 326 u. f.

bildete. Da aber die Luft unter der Glocke ſich ausdehnet, und dem fallenden Queckſilber nachfolget, ſo drückt ſie vermöge ihrer Elaſticität dasſelbe noch weiter herab. Wird hiernächſt der Hahn bc in die erſte Stellung gebracht, die bewegliche Röhre pp wieder vertikal aufgerichtet, und nun die vorige Operation von neuem wiederhohlet, ſo kann dadurch der Raum unter der Glocke immer mehr luftleer gemacht werden.

Auch Herr **Hindenburg** *) hat einen Vorſchlag zu einer hydrauliſch-pneumatiſchen Luftpumpe gethan, und folgenden weſentlichen Mechanismus einer ſolchen Einrichtung angegeben. Der Stiefel B (fig. 83.) und die daran befindliche Röhre lb ſind von Eiſen, der übrige Theil bk der Röhre nebſt dem Gefäß A von Glas; der obere cylindriſche Theil des Gefäßes A paßt in den metallenen Knopf g, worin ſich ein ſenguerdiſcher Hahn befindet. Die Kolbenſtange iſt ebenfalls von Eiſen, an welcher der Stempel durch den Griff i hin- und her beweget wird; damit aber dieſer nicht ſo tief hineingeſtoßen und zu weit herausgezogen werde, dienen die beyden Schrauben aa, und die Stellſchraube h an der Kolbenſtange. Der Hahn gc iſt ſo durchbohrt, daß er ein Mahl eine Verbindung des Gefäßes A mit der äußern Luft zuläßt, und, wenn er um den vierten Theil ſeines Umkreiſes gedrehet wird, eine Gemeinſchaft des Gefäßes A mit der auf dem Teller ef befindlichen Glocke verſtattet, und endlich, wenn er noch um einen vierten Theil des Umkreiſes gedrehet wird, den innern Raum der Glocke mit der äußern Luft in Verbindung bringt. Wenn nun der Stempel niedergeſtoßen worden, ſo muß der ganze Raum cbkg bis an den Hahn mit reinem Queckſilber gefüllt ſeyn. Bringt man hiernächſt das Gefäß A mit der Glocke in Verbindung, und zieht den Stempel in die Höhe, ſo fällt das Queckſilber in dem Gefäß herab, und die Luft folgt ſelbigem aus der Glocke nach; dieſe Luft wird ſodann durch gehörige Stellung des

*) Antliae nouae hydraulico-pneumaticae mechanismus et deſcriptio Lipſ. 1787. 4.

Hahns gc ins Freye fortgeſchaft. Man ſieht leicht, daß dieſe wiederhohlte Operation die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnen könne.

Eine andere Einrichtung einer hydrauliſchen Luftpumpe, welche im Weſentlichen von der hindenburgiſchen nicht viel abweicht, gibt **Cazalet** in Bourdeaux *) an, nur bedienet ſich dieſer ſtatt des Queckſilbers des ausgekochten Waſſers. Er verbindet in einem hohen Zimmer ein ſtarkes und hinlänglich großes Gefäß mit einer engen Röhre von 34 Fuß Höhe, füllt hierauf alles mit Waſſer an, und ſchraubt hernach den Teller mit der Glocke aufs Gefäß. Nun öffnet er den Hahn unter dem Teller, und auch den Hahn unten an der Röhre, und läßt das Waſſer ſo lange auslaufen, bis die zurückgebliebene Waſſerſäule mit dem Drucke der Atmoſphäre im Gleichgewicht iſt. Alsdann werden die Hähne wieder verſchloſſen, das Gefäß von neuem mit Waſſer gefüllt, und dieß Verfahren, ſo oft es nöthig iſt, wiederhohlet. Die Uebequemlichkeit einer ſolchen Maſchine fällt ſogleich in die Augen.

Ueberhaupt ſind alle dieſe Vorſchläge von hydrauliſch-pnevmatiſchen Luftpumpen, worunter unſtreitig die hindenburgiſche den Vorzug verdienet, nie in Ausübung gekommen.

Auch ſind zur Hervorbringung luftleerer Räume die heißen Waſſerdämpfe, welche ſchnell abgekühlt werden, vorgeſchlagen worden. Herr **Wilke** ß) gab zuerſt folgende Einrichtung hierzu an. Eine dichte meſſingene Blaſe mit rundem Boden beſitzet drey mit Röhren und Hähnen verſehene Oeffnungen. Durch die untere Röhre laſſen ſich mittelſt einer langen Zugröhre heiße Waſſerdämpfe aus einem Theekeſſel in die Blaſe leiten, welche die darin befindliche Luft durch die zweyte Röhre zur Seite austreiben. Die dritte Röhre am obern Theile der Blaſe geht zum Teller, auf welchem die Glocke ſtehet. Die Blaſe iſt mit einer dünnen meſſingenen Hülle umgeben, die

*) Journal de phyſique May 1789. p. 334.

ß) Abhandlung der königl. ſchwed. Akademie der Wiſſenſch. für 1769. 31 Band S. 31 f.

die von ſelbiger allenthalben um $\frac{1}{4}$ Zoll abſtehet, und oben offen bleibt. So lange dieſe Blaſe mit den heißen Waſſerdämpfen angefüllt wird, bleibt der Hahn nach der Glocke zu verſchloſſen. Sobald aber dieſe zur Seitenröhre auszugehen anfangen, werden die Hähne dieſer und der untern Röhre verſchloſſen, und man gießt in die dünne meſſingene Hülle der Blaſe kaltes Waſſer, bis es aus einem im Boden befindlichen Loche eben ſo kalt wieder herauskömmt; auf dieſe Weiſe entſtehet durch Erkältung der Dämpfe ein leerer Raum, und es verbreitet ſich nun, wenn der Hahn nach der Glocke geöffnet wird, die unter ſelbiger befindliche Luft mit durch die Blaſe. Durch Wiederhohlung dieſes Verfahrens kann die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnet werden. Herr **Wilke** konnte in einer ganz leicht gebaueten und nicht großen Maſchine dieſer Art die Luft auf 130 Mahl verdünnen.

Einen ähnlichen Vorſchlag, durch Hülfe der Erkältung der Waſſerdämpfe einen luftleeren Raum hervorzubringen, hat der Abbé **Cajetan Berretray** gethan, welchen **Corradori** *) beſchreibet. Er unterſcheidet ſich von dem wilkiſchen nur darin, daß bey der Einrichtung des **Berretray** die Dämpfe im Gefäße ſelbſt gebildet werden, da ſie Wilke aus einem andern Gefäße herbey leitet. Auf einem großen kupfernen und verzinnten Gefäße (fig. 84.) A iſt der koniſche Deckel B genau angelöthet, aus welchem die Röhre a mit dem Hahne b herausgehet, an die eine andere am Ende d mit Schraubengängen verſehene kleine Röhre c d luftdicht angeſchraubet werden kann. Inwendig iſt die Röhre a beynahe bis zum Boden des Gefäßes A hinuntergeführet, muß aber von ſelbigem ſo weit abſtehen, daß die unterſte Oeffnung l die Fläche von 3 Pfund Waſſer in das Gefäß gegoſſen nicht berühre. Auf der andern Seite des Deckels der Röhre a gegenüber iſt eine andere gebogene Röhre e f g h i angelöthet, welche ebenfalls einen Hahn beſitzet, zuerſt nach

außen

*) Journal de phyſique. Fevr. 1791. p. 150. ſqq. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. VI. S. 86 u. f.

außen geht, und nachher bey h ins Gefäß ſich wendet, und bey i in das in der Mitte durchbohrte und mit Schraubengängen verſehene Stück Meſſing i, das auf dem Deckel angelöthet iſt, ſich endiget, ſo daß alſo durch dieſe gebogene Röhre der innere Raum des Gefäßes A durch e eine Gemeinſchaft mit der äußern Luft bey i hat. Auf das Stück Meſſing i wird nun eigentlich die Communicationsröhre mit dem Teller, der die Glocke trägt, aufgeſchraubt; dieſe Röhre beſitzet wie gewöhnlich einen Hahn. Die ganze Maſchine wird von dem Dreyfuße n n n und dem eiſernen Ringe k k getragen. Das zwiſchen den Füßen befindliche Bret m m dienet, eine Kohlpfanne darauf ſtellen zu können.

Beym Gebrauche dieſer Maſchine wird die Communicationsröhre mit dem Teller abgeſchraubt, hierauf bey geöffnetem Hahne g durch den gekrümmten Canal i h g f e etwas über drey Pfund Waſſer in das Gefäß gegoſſen, und der Hahn g wieder verſchloſſen. Hiernächſt wird nun der andere Hahn b geöffnet, und die Kohlpfanne mit glühenden Kohlen auf das Bret m m geſtellet; nach wenigen Minuten tröpfelt aus der Oeffnung d das lauwarme Waſſer heraus, bis die Oeffnung l ganz von Waſſer frey wird; hierauf verſtärkt man das Feuer mit dem Blaſebalge ſo viel als möglich, da dann nach einigen Minuten ein Strahl kochenden Waſſers aus der Röhre treten wird, dem ein Strom von dickem und heftigem Dampfe mit häufigen Waſſertropfen nachfolget, welche letztere durch Verdichtung des Dampfes an der innern Fläche der Röhre bewirket werden. Nach 3 bis 4 Minuten dieſer Erſcheinung wird ſodann der Hahn b verſchloſſen, und zugleich die Kohlpfanne weggenommen, indem man ſonſt in Gefahr ſeyn würde, durch Verdampfung alles Waſſers das Gefäß zu zerſprengen. Nachher wird mit einem mit kaltem Waſſer getränkten Schwamme der Deckel B mit dem Gefäße A abgekühlet: die Verdichtung der Waſſerdämpfe wird in zwey bis drey Minuten erfolgen. Nun ſchraubt man den Teller in i auf, und öffnet den Hahn g, da ſich dann die unter der Glocke befindliche Luft durch

die

die Röhre ihgfe ausdehnen und ein Theil in das luftleere Gefäß A treten wird.

Wenn man noch die kleine Röhre cd an a luftdicht anſchraubet, an ihr Ende eine oben und unten offene Glasröhre, welche etwa 30 Zoll lang und in Zolle und Linien eingetheilet iſt, ebenfalls luftdicht anſchraubet, und das untere Ende dieſer Glasröhre in ein Gefäß mit Queckſilber ſtellet, ſo ſieht man nach der Oeffnung des Hahns b durchs Steigen des Queckſilbers in der Röhre, wie groß der Unterſchied der Elaſticität der äußern Luft von der Elaſticität der in der Glocke zurückgebliebenen elaſtiſchen Materie iſt.

Herr **Corradori** rühmt dieſe Maſchine wegen folgender Vortheile: 1) könne man dadurch auf ein Mahl eine ſehr große Verdünnung der Luft zuwege bringen, 2) ſey ſie den Erſchütterungen nicht unterworfen, welche bey den gewöhnlichen Luftpumpen beym Aus- und Einwinden des Stempels verurſachet werden, 3) könne man bey verlangter ſtarker Verdünnung den Verſuch in kurzer Zeit 8 bis 10 Mahl wiederhohlen, und 4) ſey die Maſchine ſehr wohlfeil und leicht zu behandeln.

Um die heißen Waſſerdämpfe ſchneller und bequemer abzukühlen, als durch den mit kaltem Waſſer getränkten Schwamm, könnte noch ein cylindriſches Gefäß mit dem untern Rande auf den Deckel B gelöthet werden, deſſen oberer Rand bis nahe an den Hahn in der Communicationsröhre des Tellers reichte. Durch dieſe Vorrichtung könnte die Verdichtung der Dämpfe ſehr ſchnell von Statten gehen, und überdieß der Zutritt der Luft von den Hähnen abgehalten werden. Die Röhre cd müßte alsdann aus dem Gefäße hervortreten, und in der Oeffnung waſſerdicht verlöthet ſeyn. In einer auf dieſe Weiſe eingerichteten Maſchine ſtieg bey einem Verſuche das Queckſilber in der damit verbundenen Barometerprobe bis auf eine Höhe, welche von der damahligen Barometerhöhe nur um 1 Linie abwich. Nach Herrn **Grens** Vorſchlage wäre es noch vortheilhafter, das ganze Gefäß von ſeinem Boden an mit einem dünnen kupfer-

kupfernen Cylinder zu umgeben, welcher nur ¼ bis ½ Zoll davon abzuſtehen brauchte, und unten, um das Waſſer abzulaſſen, einen Hahn hätte. Wenn alsdann der Raum zwiſchen dem Gefäß und dem äußern Cylinder mit kaltem Waſſer angefüllet würde, ſo könnten auch die im Keſſel befindlichen heißen Waſſerdämpfe bald abgekühlet und verdichtet werden.

Endlich hat auch noch Herr D. **Ingenhouß** [α]) einen andern Vorſchlag gethan, einen luftleeren Raum hervorzubringen. Die Veranlaſſung hierzu gab ihm die Entdeckung des Abt **Felix Fontana**, daß glühende Kohlen beym Erſticken ſo viele Luft verſchlucken, als ihr achtfaches Volumen ausmacht. Es wird nämlich ein Kohlenbecken von geſchlagenem Kupfer, welches hier und da durchbrochen iſt, in einen kupfernen Keſſel, worein es genau paßt, eingeſetzt. Der Keſſel ſteht auf drey Füßen, und kann durch Hülfe eines Deckels luftdicht verſchloſſen werden, daß alſo die Kohlen erſticken müſſen. An dem Deckel befindet ſich eine Röhre mit einem Hahne, auf welche eine andere ebenfalls mit einem Hahne verſehene Röhre, die den Teller mit der Glocke trägt, angeſchraubet werden kann. Die ganze Vorrichtung wird in ein großes Gefäß mit Waſſer geſtellt, und nach gänzlicher Erſtickung der Kohlen werden beyde Hähne geöffnet. Die Kohlen verſchlucken einen Theil der Luft unter der Glocke, welche eine immer ſtärkere Verdünnung erleidet, wenn dieſe Operation wiederhohlet wird.

Was die übrige Geräthſchaft anbetrifft, welche bey den Verſuchen mit der Luftpumpe gebrauchet wird, ſo haben dieſe **Wolf** [β]), **s'Graveſande** [γ]) und **Nollet** [δ]) umſtändlich beſchrieben. Eine kurze Anzeige hiervon nebſt den Verſuchen

α) Vermiſchte Schriften phyſiſch-medicin. Inhalts, herausgeg. von Molitor; zweyte Aufl. B. I. S. 433 u. f.
β) Nützliche Verſuche Th. I. Cap. 5 und 6.
γ) Phyſices elementa mathem. lib. IV.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1741. ingl. leçons de phyſique expér. leç. X.

ſuchen ſelbſt findet man auch bey **Lowitz** [α]) und **Johann van Muſſchenbroek** [β]). Eins der vornehmſten Stücke dieſer Geräthſchaft ſind die gläſernen Glocken, unter welchen die Körper gebracht werden, um ihr Verhalten in verdünnter oder verdichteter Luft zu erforſchen. Dieſe Glocken müſſen von runder oder gewölbter Geſtalt ſeyn, indem platte Glasflächen von dem Druck der Luft ſehr leicht zerbrochen werden, und wegen ihrer gewöhnlichen Form haben ſie auch ihren Nahmen erhalten. Die Körper, mit welchen Verſuche im luftleeren oder verdichteten Raume angeſtellet werden ſollen, werden entweder auf den Teller gelegt, ehe die Glocke darübergedeckt wird, oder ſie werden in der Glocke aufgehangen. In dieſem letztern Falle müſſen die Glocken oben eine meſſingene Haube mit einer oder mehreren Oeffnungen beſitzen, durch welche Metalldrähte luftdicht durchgehen; dieſe Drähte haben unten Haken, woran die Körper aufgehangen werden; oben haben ſie noch einen Handgriff, um die Körper nöthigen Falls unter der Glocke weiter herauszuziehen, oder noch mehr hineinzudrücken, oder ſie zu drehen u. ſ. f.

Bey Verdichtungen der Luft muß noch eine eigene Vorrichtung angebracht ſeyn, um die Glocke feſt an den Teller anzuſchließen, wozu bey der ſmeatonſchen Luftpumpe ein eigenes Schraubengeſtelle dienet. Der Herr **van Marum** hat bey ſeiner oben beſchriebenen Luftpumpe zur Verdichtung der Luft folgende Einrichtung angegeben. Der Cylinder (fig. 85.) A von Glas hat eine Höhe von 13 Zoll und iſt im Durchmeſſer 5 Zoll; die Dicke dieſes Glaſes beträgt etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll. Dieſer Cylinder, deren beyde Ränder etwas hervorſpringend ſind, ſteht auf einer vollkommen ebenen kupfernen Platte B von $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, worin das metallene Stück C mit einem Hahn eingeſchraubet iſt. Die-

α) Sammlung der Verſuche, wodurch ſich die Eigenſchaften der Luft begreiflich machen laſſen. Nürnb. 1754. 4.

β) Beſchreibung der einfachen und doppelten Luftpumpe, nebſt einer Sammlung von verſchied. nützlichen und lehrreichen Verſuchen. überſ. von Thenn. Augsb. 1765. 8.

ſes Stück dienet, den Cylinder auf den Teller der Luftpumpe zu ſchrauben. Der gläſerne Cylinder iſt oben mit einem coniſchen metallenen Deckel D genau geſchloſſen. Dieſe Vorrichtung ſteht in einem Gehäuſe, welches aus drey oben mit einander verbundenen, und unten rechtwinklig umgebogenen eiſernen Stangen beſtehet, und fig. 86. beſonders abgebildet iſt. Die Schraube H dienet vorzüglich, die Platte B an der untern Oeffnung des Cylinders, und die metallene Haube D an der obern Oeffnung genau und ſtark anzudrücken, beſonders wenn vorher die Ränder des Cylinders mit wenig weichem Wachſe ſind beſtrichen worden. Weil hierdurch die Platte B in dreyen Punkten, welche von einander gleich weit abſtehen, feſt gehalten wird, ſo iſt man verſichert, daß dadurch die Haube D und die Platte B an den Rändern des gläſernen Cylinders ſehr ſtark allenthalben gleichförmig anſchließen; man hat alſo dieſerwegen keine Gefahr zu befürchten, daß etwa der Cylinder beym ſtarken Anpreſſen zerſpringe.

Die vorzüglichſten Verſuche, welche ſich mit einer wohl eingerichteten Luftpumpe zum Beweiſe der Elaſticität und des Drucks der Luft machen laſſen, ſind folgende:

Bey Verdünnung der Luft, welche auf das Queckſilber drückt, ſinkt dasſelbe im Barometer, und ſteigt wieder durch Zulaſſung der atmoſphäriſchen Luft. Iſt die Röhre, welche mit der Glocke in Verbindung iſt, oben offen, ſo ſteigt das Queckſilber bey der Verdünnung, und fällt bey Hinzulaſſung der atmoſphäriſchen Luft wieder.

Eine Glasplatte oder eine Blaſe über einen metallenen Cylinder geſpannt, wird durch den Druck der äußern Luft mit einem ſtarken Knalle zerſprengt, und auch Waſſer durch die Blaſe getrieben. Auch läßt ſich durch den Druck der äußern Luft Queckſilber durch ſtarkes Holz treiben. Zwey magdeburgiſche Halbkugeln hängen durch den Druck der Atmoſphäre ſtark zuſammen.

Eine ſchlaffe, feſt zugebundene Blaſe mit atmoſphäriſcher Luft ſchwillt in verdünnter Luft ſtark auf, und fällt wieder

durchs Hinzulaſſen der äußern Luft zuſammen. Der Heronsball ſpringt durch die Elaſticität der eingeſchloſſenen atmoſphäriſchen Luft im guerikiſchen Raume, der Heber hört zu laufen auf, und eine kleine Saugpumpe ſaugt kein Waſſer mehr im verdünnten Raume.

Aus einem Gefäße mit enger Mündung, welche im Waſſer ſteht, tritt die Luft beym Auspumpen hervor, und die äußere hinzugelaſſene Luft treibt nachher das Waſſer in das Gefäß hinein. Täucherchen, die im Waſſer an der atmoſphäriſchen Luft ſinken, ſchwimmen bey verdünnter Luft.

Bey ſtarker Verdünnung der Luft ſiedet nur mäßig erwärmtes Waſſer, und verwandelt ſich zum elaſtiſchen vollkommen durchſichtigen Dampf, welcher ſich beym Hinzulaſſen der atmoſphäriſchen Luft niederſchläget. Bey der Bildung dieſes Dampfes erzeuget ſich Kälte, bey dem Niederſchlagen Wärme, wie ein empfindliches Luftthermometer beweiſet.

Holz, welches durch angehängtes Bley unters Waſſer gebracht worden, gibt beym Verdünnen der Luft eine Menge Luftblaſen von ſich, und kömmt im Waſſer zum Schwimmen. Holz, das von Luft leer gemacht worden, ſinkt im Waſſer unter.

Warmblütige Thiere ſterben ſchnell in der verdünnten Luft, eine brennende Kerze verlöſcht in ſelbiger, das Feuerzeug gibt keine Funken, und Schießpulver kann nicht entzündet werden.

Bey Verdünnung der Luft vermindert ſich der Schall, und verſchwindet beynahe gänzlich.

Luftſäure ſ. **Gas, mephitiſches.**

Luftthermometer ſ. **Thermometer.**

Luftthermometer, elektriſches. Unter dieſem Nahmen hat **Kinnersley** in Philadelphia ein Werkzeug angegeben, womit man die Wirkungen des elektriſchen Schlags auf die Luft beobachten kann. Der Haupttheil dieſes Thermometers beſtehet aus einer gläſernen Röhre ab (fig. 87.) von 10 Zoll Länge und 2 Zoll im Durchmeſſer,

deren beyde Enden mit meſſingenen Kappen a und b luftdicht verſchloſſen ſind. Auf dem Boden b dieſer Röhre befindet ſich Waſſer. Durch eine Oeffnung in der obern Kappe geht eine kleine an beyden Enden offene Röhre h a in das Waſſer auf dem Boden b. Mitten durch eine jede von dieſen beyden meſſingenen Kappen gehen Drähte f g, e i, welche innerhalb der Röhre meſſingene Knöpfe haben. Dieſe Drähte laſſen ſich in jede beliebige Entfernung von einander ſtellen. Das ganze Inſtrument iſt durch einen meſſingenen Ring an die Säule des hölzernen Stativs c d befeſtiget. Wenn die Luft in der Röhre a b ausgedehnet wird, ſo drückt ſie das auf dem Boden befindliche Waſſer in die Röhre a h hinauf, ſo daß man bey größerer oder geringerer Höhe des Waſſers in ſelbiger die größere oder geringere Ausdehnung der Luft wahrnehmen kann.

Zum Gebrauche dieſes Inſtrumentes iſt es vortheilhaft, ein Merkmahl an der Röhre a h zu machen, und mit dem Munde durch h ſo viele Luft einzulaſſen, bis das Waſſer an dieſes Merkmahl auſſteige; denn nachher läßt ſich das Steigen desſelben beſſer bemerken.

Bringt man nun die Knöpfe g und i der Drähte i e und f g in Berührung, und verbindet die Ringe c und f mit der innern und äußern Belegung einer geladenen Flaſche, ſo wird der Schlag durch die Dräthe f g und i e hindurchgehen, ohne daß ſich das Waſſer in der kleinen Röhre h a beweget; woraus erhellet, daß der Uebergang der elektriſchen Materie durch genau verbundene Leiter die Luft nicht ausdehne.

Entfernet man aber die Knöpfe g und i ein wenig von einander, und läßt wie zuvor einen Schlag durch dieſelben gehen, ſo wird nun das Waſſer in der kleinen Röhre a h plötzlich bis beynahe an die Spitze h auſſteigen, ſogleich aber auch wieder ein wenig herabfallen, welches eine Folge des plötzlichen Weichens und Wiederzurückkehrens der Luft in der Gegend des Funkens iſt. Nach dieſem erſten geſchwinden Fallen, welches unmittelbar auf das plötzliche Steigen folgt, wird das Waſſer nur langſam weiter fallen,

und nach und nach an das Merkmahl zurückkommen, an welchem es vor dem Verſuche ſtand. Dieſe Wirkung beweiſet, daß die elektriſche Materie die Luft wirklich ausdehnet, dieſe Ausdehnung aber nach einiger Zeit ſich wieder verlieret.

Kinnersley ſchloß aus dieſem Verſuche, daß die Ausdehnung der Luft von der Wärme herrühre. Dieſerwegen gab er auch dieſem Werkzeuge den Nahmen Thermometer. Sicher iſt freylich dieſer Schluß nicht, weil die Luft auch ohne Erwärmung ausgedehnet werden kann.

Wenn dieſer Verſuch im Zimmer angeſtellet wird, in welchem der Wärmegrad veränderlich iſt, ſo muß auf dieſen Umſtand beſondere Rückſicht genommen werden, weil dieſes Inſtrument die Veränderungen der Wärme eben ſo, wie jedes andere Luftthermometer anzeiget.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre der Electricit. 4te Aufl. Leipz. 1797. B. I. S. 229 u. f.

Luftzünder ſ. **Phosphorus.**

Lunation, Mondwechſel (lunatio, phaſium ſ. apparitionum lunae periodus, lunaiſon). Hierunter verſteht man die Zeit, binnen welcher der Mond ein Mahl ſeine Veränderungen in Anſehung des Ab- und Zunehmens vollendet. Man kann dieſe Zeit von einer Erſcheinung des Mondes, von welcher man will, bis zur Wiederkehr eben derſelben rechnen; gewöhnlich aber rechnet man ſie vom Neumonde an bis wieder zum Neumonde, und in dieſem Falle iſt ſie mit dem ſynodiſchen Monate völlig einerley. M. ſ. **Monat.**

Auch wird der Ausdruck Lunation oft ſo gebrauchet, daß es die veränderten Geſtalten des Mondes oder die Mondphaſen ſelbſt bedeutet.

M.

Magie, natürliche, natürliche Zauberkunſt (magia naturalis, magie naturelle). Man verſteht unter Magie im ganz allgemeinen Verſtande die Kunſt, Wir-

kungen hervorzubringen, welche übernatürliche Kräfte als Urſachen zu haben ſcheinen. Sonſt theilte man dieſe Kunſt in die **natürliche** und **übernatürliche Magie** ab. Bey jener laſſen ſich die wunderbar ſcheinenden Wirkungen aus Geſetzen der Natur ableiten, bey dieſer aber wirken Geiſter mit. Dieſe Geiſter waren entweder gute oder böſe, und dieß gab die **Theurgie** und die **ſchwarze Kunſt.**

Daß dieſe Eintheilung der Zauberkunſt ihren Grund theils in der Betrügerey habſüchtiger Menſchen, theils in der Unwiſſenheit und theils in den Aberglauben habe, iſt hinlänglich entſchieden. Denn alles, was an ſinnlichen Körpern erfolget, muß nach natürlichen Geſetzen erfolgen, deren Urſachen in den Kräften der Körper ſelbſt zu ſuchen ſind. Es kann daher keine andere, als eine natürliche Magie geben. Dieſe iſt aber von einem großen Umfange.

Es gibt Perſonen, welche durch vielfältige Uebung in Hervorbringung natürlicher Erfolge eine ſolche Fertigkeit erlanget haben, daß der größte Hauſe von Zuſchauern ſie für übernatürliche Wirkungen hält. Schon durch Anwendungen gewöhnlicher und leichter mathematiſcher, phyſikaliſcher und chemiſcher Lehren können diejenigen gar bald getäuſchet werden, welche von ihren Gründen weiter keine Belehrung haben.

In den ältern Zeiten hielt man diejenigen, welche nur einige Kenntniſſe in der Naturlehre, Mathematik und Chemie beſaßen, und der gemeinen abergläubiſchen Meinung entgegen zu arbeiten ſuchten, für Zauberer. Um ſich gegen dergleichen Beſchuldigungen zu rechtfertigen, gab im dreyzehnten Jahrhunderte der für damahlige Zeit zu gelehrte **Roger Bacon** das Werk α) heraus, worin er von ſeinen Entdeckungen Nachrichten ertheilet. In den neuern Zeiten haben **Johann Baptiſta Porta** β) und der P. Schott γ) ähnliche

α) Opus majus ad Clementem IV. Pontif. Rom. Ex MS. codice Dublinenſi primum edidit S. *Jebb.* M. D. London. 1773. fol.

β) Magiae naturalis ſ. de miraculis rerum naturalium lib. IV. Neap. 1558. fol. 1650. 8. 1664. 12.

γ) Magia naturalis naturae et artis. Francof. 1657. 4.

ähnliche Schriften dieſer Art abgefaßt, wiewohl letzterer noch ſtark an übernatürliche Magie glaubte.

Verſchiedene phyſikaliſche und mathematiſche Kunſtſtücke hat ein franzöſiſcher Schriftſteller [α]) geſammelt, welche **Schwenter** in Altorf [β]) mit verſchiedenen Vermehrungen ins Deutſche überſetzet, und wozu **Harsdörfer** noch zwey an innern Werth nicht ſo brauchbare Theile beygefüget hat. Andere ähnliche Sammlungen veranſtalteten **Ozanam** [γ]) und vorzüglich **Guyot** [δ]).

Gleichwohl iſt die übernatürliche Magie in den neuern Zeiten durch einen berühmten Arzt [ε]) gar ſehr vertheidiget worden. Ja es gibt ſelbſt noch heutzutage nicht bloß unter den ganz Unwiſſenden noch viele Perſonen, welche bey wunderbar erfolgenden Erſcheinungen eine übernatürlich wirkende Kraft annehmen. Um nun dieſen Aberglauben immer mehr zu vertilgen, hat man es für nöthig gehalten, die natürliche Magie durch eigene Anleitungen gemeinnütziger zu machen. Dahin gehören beſonders **Wiegleb** [ζ]), **Funk** [η]) und **Halle** [ϑ]).

Magnet (magnes, aimant). Dieſen Nahmen führet ein beſonderes Eiſenerz, mehrentheils von einer ſchwärzlichen oder ſchwarzbraunen Farbe, welches die Eigenſchaft beſitzet, das Eiſen an ſich zu ziehen, und mit ziemlicher Kraft an ſich zu halten.

Wenn einem Magnet ein Stück leicht bewegliches Eiſen nahe genug gebracht wird, ſo wird ſich dieſes gegen den

α) Recréations mathematiques. Rouen 1634. 8.

β) Mathemat. und philoſoph. Erquickungsſtunden. Nürnb. 1651. 4.

γ) Recréations mathematiques et phyſiques. à Paris 1697. II. Tom. 8.

δ) Nouvelles recréations phyſiques et mathem. Paris. Vol. VII. 8. Neue phyſiſche und mathematiſche Beluſtigungen a. d. Fr. Augsburg. VII. Theile. 1770 — 1777. 8.

ε) *Anton de Haen* de magia. Lipſ. 1775. 8.

ζ) Die natürliche Magie, Berlin und Stett. 1779. 8. mit Eberhards Abhandlung von der Magie, fortgeſetzt von Roſenthal. Berlin 1789. 8.

η) Natürliche Magie. Berlin und Stettin 1789. 8.

ϑ) Magie in Verſuchen, 4 Bände. Berlin 1783. 8. fortgeſetzte Magie, 8 Bände.

Magnet hin bewegen, an ſelbigem mit einer ziemlichen Kraft hängen bleiben, und der Trennung einen merklichen Widerſtand entgegenſetzen; eben dieß geſchiehet auch umgekehrt, wenn der Magnet Beweglichkeit genug hat, ſo beweget er ſich gegen das Eiſen hin. Dieſe anziehende Wirkung des Magnets und Eiſens gegen einander iſt nach der Stärke der magnetiſchen Kraft in ziemlichen Entfernungen bemerkbar. Bringt man z. B. einen Magnet über Eiſenfeile, die auf einem Papier liegen, ſo fliegt dieſe hoch auf, und legt ſich an den Magnet wie ein Bart an; eine Nehnadel an einem Faden aufgehangen beweget ſich gegen einen entfernt gehaltenen Magnet u. ſ. f.

Das Merkwürdigſte bey den Magneten iſt, daß man an ihnen gewöhnlich zwey gerade einander entgegengeſetzte Punkte findet, wo ſich die kleinen Eiſenfeilſpitzen in größter Menge und ſenkrecht auf die Oberfläche anlegen. Dieſe beyden Punkte nennt man **die Pole des Magnets**, und zwar, wegen ihrer Richtungen den einen den **Nordpol**, den anderen den **Südpol**. Die gerade Linie von dem einen Pole zum andern heißt die Axe des Magnets. Es laſſen ſich dieſe beyden Punkte oder Pole des Magnets durch verſchiedene Mittel finden. Am beſten ſind ſie durch einen feinen, 2 bis 3 Linien langen eiſernen Draht zu beſtimmen; fährt man nämlich mit dieſem auf der Oberfläche des Magnets herum, ſo wird es ſich gerade über den Polen ſenkrecht aufſtellen, und ſich deſto mehr neigen, je weiter es von denſelben entfernet iſt. Auch gibt es Magnete, die mehr als zwey entgegengeſetzte Pole haben, und die **zuſammengeſetzte** oder **anomaliſche** Magnete genannt werden. Dieſe ſcheinen aus mehreren verwachſenen einzelnen Magneten zu beſtehen. Bey dieſen findet es ſich ohne alle Ausnahme, daß nie zwey Nordpole oder zwey Südpole neben einander liegen; auch iſt die Anzahl der Nordpole beſtändig der Anzahl der Südpole entweder gleich oder doch nur um 1 von ihr verſchieden.

Muſſchenbroek ſuchte das Anziehen eines Körpers von dem Magnet auf folgende Art zu entdecken; er hing eine mit dem Magnet beſtrichene Nadel ſo frey als möglich an einem Faden auf, und bemerkte, ob dieſelbe durch Annäherung des Körpers beweget werde. Noch beſſer iſt zu dieſer Unterſuchung des Herrn **Brugmanns** Methode, den Körper auf Waſſer zu legen, welcher entweder von ſelbſt darauf ſchwimmt, oder durch untergelegte im Waſſer nicht ſinkende Körper zum Schwimmen gebracht wird, und ſodann einen ſtarken Magnet demſelben zu nähern. Auch kann man einen ſolchen Körper auf Queckſilber legen, nur muß dieſes ſehr gut gereiniget ſeyn. **Cavallo** bemerkte, daß zwar anfänglich die Körper auf dem Queckſilber frey ſchwimmen, in kurzer Zeit aber anfangen, ſich an dasſelbe zu hängen. Daher bediente er ſich lieber der Methode des Herrn **Muſſchenbroeks**, hing aber die Magnetnadel an einer Kette von Haaren auf.

Dieſes Verfahren hat hinlänglich gelehret, daß der Magnet alle Körper anziehe, welche einſeitig ſind. Sonſt war man der Meinung, daß das Eiſen in Säuren aufgelöſet von den Magneten nicht mehr angezogen würde; allein Herr **Brugmanns** in Gröningen α) hat hiervon das Gegentheil dargethan. So werden z. B. einige Tropfen friſcher Eiſenvitriolauflöſung auf einem auf dem Waſſer ſchwimmenden Papiere von dem Magnet angezogen. Auch glaubte **Cavallo** β) die Entdeckung gemacht zu haben, daß gehämmertes Meſſing magnetiſch würde; allein dieſer Magnetismus rühret bloß von dem im Meſſing enthaltenen Eiſen her, wie durch **Bennets** Verſuche γ) erwieſen iſt. Daß jedoch das Eiſen nicht das einzige Metall iſt, welches vom

α) Magnetiſmus ſ. de affinitatibus magneticis obſerv. Acad. Lugd. Batav. 1778. 4. maj. Beobachtungen über die Verwandſchaften des Magnets, überſ. mit Anmerk. von C. G. Eſchenbach, Leipz. 1781. 8.

β) Treatiſe on Magnetiſm. Lond. 1787. 8. p. 276. ſqq.

γ) Philoſoph. Transact. 1792. Vol. LXXXII. P. I. in Grens Journ. d. Phyſik. B. VII. S. 372.

Magnet angezogen wird, haben neuere Erfahrungen bewieſen. Nach Herrn **Kohl** [α]) wird auch der Kobalt ſelbſt im reinſten Zuſtande nicht allein vom Magnet angezogen, ſondern er iſt auch fähig, ſelbſt zu Magnet zu werden. Der Ritter **Landriani** meldet Herrn Hofr. **Mayer** in Prag [β]), daß zwey magnetiſirte Nadeln dieſes Metalls, welche er von des Churfürſten von Sachſen Durchl. erhalten habe, völlig ſo gut geweſen wären, als ſtählerne; nur ſey der vollkommen gereinigte Kobalt, welcher ſich auch ausdehnen und hämmern laſſe, eine ſchöne Politur annehme, und an der Luft weder Glanz noch Farbe verliere, ſehr ſchwer zu erhalten. Noch weit auffallender iſt die Entdeckung des Magnetismus in einer bloßen Steinart, welche der Herr von **Humboldt** [γ]) gemacht hat. Er fand nämlich in den oberpfälziſchen und angrenzenden Gebirgen eine Gebirgskuppe von Serpentinſtein, welche einen ſehr ſtarken Magnetismus zeigte. Die Kuppe iſt dergeſtalt gegen die Erdaxe gerichtet, daß das Geſtein am nördlichen Abhange bloße Südpole, am ſüdlichen Abhange bloße Nordpole zeigt. Die Maſſe beſtehet aus reinem Serpentinſtein, meiſt von lauchgrüner Farbe, welcher hier und da in Chloritſchiefer übergehet. Das Gebirge hat nicht eine Achſe, ſondern viele, die aber nicht in einerley Ebene liegen. Zwiſchen zwey wirkſamen Nordpolen liegt völlig unwirkſames Geſtein, welches aber weder durch äußere Kennzeichen, noch durch ſeine Miſchung von dem wirkſamen zu unterſcheiden iſt. Ein jedes noch ſo klein abgeſchlagenes Stück hat ſeine beyden Pole. Was aber einen ſehr weſentlichen Umſtand dabey ausmacht, und zugleich beweiſet, daß der Magnetismus nicht von fein eingeſprengtem Magnetſteine herrühren könne, iſt dieß; daß dieſe Steinart, welche eine ſo auffallende Polarität

α) Crells neueſte Entdeckungen Th. VII. S. 39 ff. Leonhardi's Zuſätze und Anmerkungen zu Macquers chymiſchem Wörterbuche B. II. Leipz. 1792. S. 896. Anm.

β) Sammlung phyſikaliſcher Aufſätze von D. Johann Mayer B. III. Dresd. 1793. 8. S. 388.

γ) Grens neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 136.

ricät äußert, keine Spur von Anziehung gegen unmagnetiſches Eiſen zeiget. Das zerriebene Foſſil hängt ſich an den Magnet wie ein Bart an, aber Stücke bewegen kein Eiſenſtäubchen aus ſeiner Stelle. Das ſpecifiſche Gewicht dieſer Steinart geht von 1,901 bis 2,04 und iſt alſo ſehr gering.

Die Kraft, womit der Magnet das Eiſen anziehet, hängt weder von ſeiner Härte, noch von ſeiner Farbe, noch auch von ſeiner Geſtalt ab. Nach Verſuchen des Herrn **Muſſchenbroek** [α]) wird weiches und reines Eiſen von dem Magnet am ſtärkſten angezogen; ſchwächer Stahl, hartes Eiſen und Eiſenerze. Noch ſchwächer iſt die Anziehung desſelben dagegen, wenn das Eiſen in Säuren aufgelöſet, oder mit andern Metallen, beſonders mit Arſenik verbunden wird. Ueberhaupt lehret die Erfahrung, daß das Eiſen immer um deſto ſchwächer angezogen werde, je vollkommener es verkalkt iſt, und ganz vollkommener Eiſenkalk wird gar nicht mehr angezogen. **Muſſchenbroek** hat, um die Stärke der Anziehung des Magnets zu beſtimmen, verſchiedene Verſuche angeſtellet. Er hing an eine Wagſchaale einen cylindriſchen zwey Zoll langen Magnet, welcher 16 Drachmen wog, ſtellte einen eiſernen Cylinder von gleicher Größe auf den Tiſch darunter, die Gegengewichte auf der andern Schaale zeigten ihm die Stärke der Anziehung. Die Reſultate waren dieſe:

Entfernungen in Zollen	6,	5,	4,	3,	2,	1,	0.
Anziehung in Granen	3,	$3\frac{1}{2}$,	$4\frac{1}{2}$,	6,	9,	18,	57.

Ein ſphäriſcher Magnet von eben demſelben Durchmeſſer, deſſen Anziehung etwas ſtärker war, gab für die vorigen Entfernungen folgende Reſultate:

7, $9\frac{1}{2}$, 15, 25, 45, 92, 340.

Nahm er ſtatt des eiſernen Cylinders eine eiſerne Kugel von gleicher Größe, ſo waren die Reſultate

$3\frac{1}{4}$, 6, 9, 16, 30, 64, 290.

Auch ſtellten die P. P. **Jacquier** und **Sieur** [β]) verſchiedene

[α]) Introductio ad philoſoph. natural. §. 955. ſqq.

[β]) Commentat. ad *Newtoni* princip. philoſoph. Tom. III. p. 40. ſqq.

dene Verſuche mit dem Magnet und der Magnetnadel an, und glaubten aus ſelbigen das Geſetz zu folgern, daß ſich die Stärke der Anziehung umgekehrt wie die Würfel der Entfernung verhalte. Nach **Daniel Bernoulli** ſollte ſich die anziehende Kraſt des Magnets wie die Cubikwurzel aus dem Quadrate ſeines Gewichtes verhalten. Nach einem Berichte des Herrn **Erxleben** [α]) hat **Tobias Mayer** aus Erfahrungen gefunden, daß ſich die anziehende Kraſt eines jeden einzelnen Theilchens des Magnets direkt wie ſein Abſtand vom Mittelpunkte, und verkehrt wie das Quadrat der Entfernung vom angezogenen Punkte verhalte. Dieſes Geſetz hat Herr **Coulomb** [β]) vermittelſt ſeiner ſinnreichen magnetiſchen Wage, welche ſeiner elektriſchen ähnlich iſt, und von dieſer nur in der Geſtalt der Träger der Magnetnadel abweichet, nicht allein an jedem einzelnen Theile des Magnets, ſondern überhaupt bey jedem Magnet beſtätiget gefunden. Auch hat noch der Herr **de Sauſſüre** durch ſein Magnetometer (M. ſ. **Magnetometer**) entdeckt, daß die anziehende Kraſt des Magnets gegen das Eiſen an verſchiedenen Orten veränderlich ſey.

Wenn die Seiten eines Magnets, an welchem ſich die Pole befinden, recht glatt abgeſchliffen werden, und dünne eiſerne Platten, welche ſich in dickere eiſerne Maſſen, die wie Füße geſtaltet ſind, endigen, recht genau angeleget werden, ſo findet man, daß dieſe Platten, oder ihre Füße, das Eiſen noch weit ſtärker anziehen, als das bloße Magnet. Den auf dieſe Art eingerichteten Magnet nennt man **bewaffnet**, oder **armirt** (armatus), und die Eiſenplatten, welche ſich in ſtärkern Füßen unten enden, die **Armaturen** oder **Panzer**. Die Platten werden mehrentheils durch ein hinlänglich ſtarkes Eiſen nach oben zu mit einander vereiniget, welches in der Mitte einen Haken hat, um den

α) Anfangsgründe der Naturlehre, §. 568 und 709. Anmerk.

β) Abhandlung über den Magnetismus; aus *de la Metherie* obſervat. ſur le phyſ. ſur l'hiſt. natur. et ſur les arts To. XLIII. S. 249 f. überſetzt in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. II. S. 298 ff.

den armirten Magnet aufhängen zu können. Um die Stärke der Anziehung des Eiſens durch angehängte Gewichte bequem zu beſtimmen, dienet ein eiſerner Stab, welcher in der Mitte einen Haken beſitzet, die Gewichte daran zu hängen, und deſſen platte Enden die beiden Füße oder die künſtlichen Pole des Magnets berühren. Dieſen Stab nennt man den **Anker**.

Wolf *) führet aus **Merſenne** und **de Lanis** an, daß armirte Magnete 16 bis 40, ja 320 Mahl mehr Gewicht trugen, als ſie ohne Armatur halten konnten.

Auch hängt die Stärke der anziehenden Kraft eines Magnetes weder von ſeiner Größe noch von ſeiner Schwere ab. Es gibt Magnete, welche nicht über 20 bis 30 Grän wiegen, und gleichwohl ein 40 bis 50 Mahl ſtärkeres Gewicht tragen. Große Magnete von 2 Pfund hingegen ziehen ſelten mehr, als ihr zehnfaches Gewicht. Oft beſitzet ein kleines Stück aus einem großen natürlichen Magneten herausgeſchnitten ein größeres Vermögen, als der große Stein.

Ferner lehret die Erfahrung, daß bey gleicher Entfernung die Intenſität der Anziehung zwiſchen Eiſen und Magnet dieſelbe bleibt, es mag zwiſchen beiden ein Mittel ſeyn, welches es will, nur nicht ein ſolches, das ſelbſt der Mittheilung des Magnetismus fähig iſt, als Eiſen. So wirkt der Magnet ungeſchwächt und frey durch Holz, Glas, Meſſing, Papier u. ſ. f. Auch im luftleeren Raume bleibt die Anziehung dieſelbige. Auf dieſe Eigenſchafft des Magnetes gründen ſich manche Spielereyen und Taſchenkünſte, zumahl da man im Stande iſt, den Magnet ſo leicht zu verbergen.

Durch Eiſen hingegen wirkt die magnetiſche Kraft auf ganz andere Art. In manchen Fällen ſcheint zwar das Eiſen die Wirkung des Magnetes zu vermindern, in andern Fällen aber noch mehr zu befördern. Ein etwas dickes Eiſenblech, etwa ein eiſernes Lineal, welches wie eine Wand zwiſchen einen Magnet und eine Magnetnadel gehalten wird,

*) Nützliche Verſuche. Th. III. Cap. 4. §. 35.

wird, vermindert die Wirkung des erſtern auf letztere gar ſehr; allein mit den ſcharfen Enden und der Länge dazwiſchen gehalten, nicht. Auf dieſe Weiſe kann vermittelſt eiſerner aneinander gelegter Stäbe ein Magnet auf eine Magnetnadel oft noch in einer Entfernung von 10 Fuß ſtark wirken. Auch trägt ein Magnet mehr Eiſen an Gewicht, als anderes Metall, oder andere Körper, die man vermittelſt Eiſen an ihn anbringt.

Auch wird die Kraft eines Magnetes beträchtlich verſtärkt, wenn man ihn nach und nach mehr Gewicht tragen läßt. Durch Zuſetzung mehrerer Gewichte wird er endlich eine gewiſſe Grenze erreichen, die nicht überſchritten werden kann. Im Gegentheil wird er durch eine allzugeringe Beſchwerung in Anſehung ſeiner anziehenden Kraft ungemein geſchwächt.

Der Magnet verlieret ſeine Kraft, wenn er glühend gemacht wird, und nachher ſelbſt erkaltet, wenn man ihn auf Stein mit Stein ſchlägt oder auch nur oft fallen läßt. Auch durch den Roſt, und oft durch Blitz und ſtarke Electricität verlieret der Magnet ſeine Kraft.

Wenn man einen kleinen Magnet auf ein Stückchen Kork oder Holz legt, und auf dieſe Weiſe auf dem Waſſer ſchwimmen läßt, hierauf einen andern kleinen Magnet demſelben nähert, ſo wird man gewahr werden, daß der eine Pol des genäherten Magnetes den einen Pol des ſchwimmenden in einer Entfernung anziehet, und der andere Pol jenes den andern Pol dieſes Magnets in einer Entfernung zurückſtößt. Dieſer Verſuch läßt ſich noch leichter durch eine ſtählerne auf einer Spitze ruhenden und beweglichen künſtlichen Magnetnadel, deren Pole in den Spitzen liegen, zeigen. Hält man den einen Pol des Magnets an die eine Spitze der Magnetnadel, ſo wird dieſe angezogen, hält man den nämlichen Pol des Magnets gegen die andere Spitze der Nadel, ſo wird dieſe zurückgeſtoßen; der andere Pol des Magnets hingegen ſtößt diejenige Spitze der Nadel zurück, welche der erſtere Pol anzieht, und zieht diejenige an,

welche jener zurückſtößt. Das Anziehen und Abſtoßen der Pole zweyer Magnete nimmt eben ſo, wie das Anziehen des Eiſens von dem Magnet mit der Entfernung immer mehr und mehr ab; bey ſtarken Magneten kann ſich jedoch dieſe magnetiſche Kraft auf eine beträchtlich große Weite erſtrecken. Wegen der Wirkung des Anziehens und Zurückſtoßens der Pole zweyer Magnete gegen einander nennt man die einander anziehenden Pole **freundſchaftliche** oder **einige** (poli amici), die einander zurückſtoßenden aber **feindliche** oder **uneinige** (poli inimici). Auch nennt man Südpol und Nordpol **ungleichnahmige Pole**, Nordpol und Nordpol aber, und Südpol und Südpol **gleichnahmige Pole**.

Herr **Coulomb** hat mit ſeiner magnetiſchen Wage das Geſetz gefunden, **daß ſich die anziehenden uud abſtoßenden Kräfte der magnetiſchen Materie gerade wie die magnetiſchen Intenſitäten und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Entfernungen verhalten.**

Die Erfahrung lehret hinlänglich, daß es keinen Magnetismus ohne Polarität, und keine Anziehung des Eiſens gebe, bey welcher nicht zugleich Pole bemerket würden. Ferner zeigen die Beobachtungen, daß ſich ſogar das magnetiſche Zurückſtoßen in ein Anziehen verwandelt, wenn ein ſehr ſtarker Magnet einem ſchwachen nahe genug gebracht wird, daß die ſüdliche Polarität in die nördliche durch Null übergehet u. ſ. w. Es hat daher völlig das Anſehen, als wenn es zwey magnetiſche Materien gäbe, deren eine die andere ſchwäche, und überhaupt in ihren Wirkungen gegen einander ſich auf ähnliche Art verhielten, wie bey elektriſchen Körpern die poſitive uud negative Elektricität. Ob nun gleich der Magnetismus von der Elektricität, wie die Folge weiter zeigen wird, ſehr verſchieden iſt, ſo kann man doch, um die Phänomene des Magnetismus befriedigend zu entwickeln, wie bey der Elektricität, zwey magnetiſche Materien annehmen, eine **poſitive** (die nördliche) und eine **negative** (die ſüdliche), welche beide in dem Eiſen und Stahle ſich

ſich vereiniget befinden, ſich aber durch gewiſſe Mittel trennen laſſen, ſo daß ſie alsdann ſogleich anfangen, einander auch in der Ferne anzuziehen und zurückzuſtoßen, ohne jedoch mit Gewißheit zu behaupten, ob es wirklich zwey magnetiſche Materien gebe oder nur eine. In dieſer Vorausſetzung wird alſo in dem Magnete ſelbſt um den einen Pol die eine, um den andern aber die andere Materie angehäuft ſich befinden müſſen. Man kann mit Herrn **Lichtenberg** die eine magnetiſche Materie mit + M und die andere mit — M bezeichnen, da alſo jene die nördliche und dieſe die ſüdliche bedeutet.

Da wir unſere Erde ſelbſt als einen Magnet betrachten können, welcher ſich in den nördlichen Gegenden als ein — M, in den ſüdlichen aber als ein + M zeigt, ſo beruhet hierauf die Richtung oder Polarität der magnetiſchen Pole nach Norden und Süden.

Wenn ein Stück Eiſen oder Stahl an einem Magnet eine Zeitlang gehangen hat, oder auch mit demſelben geſtrichen worden, ſo wird es dadurch ſelbſt magnetiſch. Das Merkwürdige, was hierbey aber Statt findet, iſt dieß, daß der Magnet von ſeiner eigenen Kraft nichts verlieret, und daß er dem Eiſen oder Stahl nicht dasjenige gibt, was er ſelbſt hat, ſondern das Entgegengeſetzte in dieſem hervorbringt. Daraus läßt ſich alſo ſchließen, daß in dem Eiſen oder Stahle der Magnetismus nicht durch Mittheilung der magnetiſchen Materie aus dem Magnet erfolget ſeyn könne; vielmehr ſcheinet es, als ob beide magnetiſche Materien mit dem Eiſen und den eiſenartigen Körpern weſentlich verbunden wären, ſo daß ſie ſich zwar in ihnen trennen, aber nie von ihnen losreißen können, und daß ſie in dem Eiſen durch die magnetiſche Kraft des Magnets wirklich von einander getrennt werden. Man kann ſich folglich hier vorſtellen, wie bey der Elektricität, als ob die magnetiſche Kraft des Magnets in dem Eiſen eine **Vertheilung** der magnetiſchen Materien bewirke, und in ihm dadurch Polarität hervorbringe, da ſonſt die beiden magnetiſchen Materien

terien im natürlichen Zuſtande des Eiſens im Gleichgewichte ſind, und folglich keine magnetiſche Kraft äußern können.

Ein jeder Pol eines Magnetes wirkt nämlich auf das Eiſen ſchon in einer Entfernung. Den Raum, durch welchen ſich dieſe Wirkung erſtrecket, nennt man den **magnetiſchen Wirkungskreis**, auch wohl die **magnetiſche Atmoſphäre.** Bey dieſer Wirkung findet das nämliche Hauptgeſetz, wie bey der Elektricität, Statt.

Ein jeder magnetiſcher Pol ſucht in demjenigen Eiſen oder eiſenhaltigen Körpern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen, einen dem ſeinigen entgegengeſetzten Magnetismus zu erwecken.

Wenn man alſo gleich gewöhnlich die Redensart gebraucht, daß Eiſen oder Stahl durch Mittheilung magnetiſiret werde, ſo muß man doch hier keinen wirklichen Uebergang der magnetiſchen Materien aus dem Magnet in das Eiſen verſtehen. Es wollen zwar die Herrn **Euler** und **Fuß** *) an den Magneten, mit welchen man Nadeln ſtreicht, einen kleinen Verluſt an magnetiſcher Kraft wahrgenommen haben, und ſelbſt Herr Hofr. **Lichtenberg** †) iſt geneigt, dieß von **Eulern** und **Fuß** bemerkte Phänomen vor eine wirkliche Mittheilung oder einen Uebergang der magnetiſchen Materien zu halten, indem er ſaget: ſo wie der geriebene Elektrophor bey den erſten Operationen beträchtlich verliere, welches aber bald nachlaſſe, und ſodann gleichförmig wirke, eben ſo ſcheine auch hier vom Anfange Uebergang zugleich mit und zuletzt bloß Vertheilung zu wirken; allein es iſt dieſer Verluſt nur ſo gering, daß es vielmehr ſcheinet, als ob ſich im Magnete ein Theil + M mit — M geſättiget habe, wodurch alsdann nothwendig der Magnetismus etwas geringer ausfallen muß. Auch hat man ſchon längſt wahrgenommen, daß ſtarke künſtliche Magnete gleich nach ihrer Verfertigung etwas von ihrer magneti-

*) Obſeruat. et expérienc. ſur les aimans artificiels; in *Rozier* Journal de phyſique. ſuppl. 1782. p. 3.

†) Erxleben Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft §. 558. Anmerk.

magnetiſchen Kraft verlieren; aber auch hier ſcheint ein kleiner Theil von + M durch — M gebunden zu werden, wenn die bey Verfertigung von außen her bewirkte Anſtrengung aufhört.

Betrachtet man nun den Zuſtand eines unmagnetiſchen Eiſens, ſo kann man ſich die Vorſtellung machen, daß die beiden magnetiſchen Materien ſich völlig binden, oder + M — M = o geben. Auf dieſe Weiſe iſt der magnetiſche Zuſtand nichts anders, als Aufhebung des Gleichgewichtes der beiden M.

Aus dem kurz vorher angeführten Hauptgeſetze folgt dieſes allgemeine Geſetz.

Ungleichnahmige Pole der Magnete ziehen ſich an, gleichnahmige Pole derſelben ſtoßen ſich ab.

Bringt man einen unmagnetiſirten Stab Eiſen in den Wirkungskreis eines Pols, welcher freyes + M hat, ſo trennt dieſes beide M des Eiſens, indem es — M ſchon in der Ferne anzieht, und daher in dem Theile des Eiſens, welcher ihm am nächſten iſt, — M hervorbringt, das + M hingegen zurückſtößt, welches das andere Ende des Eiſens empfängt. Gerade das Entgegengeſetzte erfolget, wenn man den Stab Eiſen gegen einen Pol bringt, der freyes — M hat. Es verhält ſich alſo in dieſem Stücke der Magnet ganz vollkommen eben ſo wie ein elektriſirter Körper. Iſt das Eiſen mit dem Pole des Magnetes in Berührung, ſo iſt alsdann die Anziehung am ſtärkſten. In dieſem Falle iſt ſie aber doch noch nicht hinreichend, eine dauernde Trennung der beiden magnetiſchen Materien in dem Eiſen hervorzubringen. Entfernet man nämlich das Eiſen von dem Pole des Magnetes wieder, ſo zeiget dieſer ſeine magnetiſche Kraft ohne Verluſt wieder; in dem Stabe aber, wenn er von weichem Eiſen iſt, binden ſich die beiden M, und werden = o; iſt er hingegen von Stahl, ſo dauert die Trennung der beiden magnetiſchen Materien etwas länger, und er behält in dem Ende, das mit dem Pole in Berührung war, — M, am andern entgegengeſetzten Ende aber + M,

oder gibt Spuren eines Magnetismus, den man gewöhnlich einen **mitgetheilten** nennt.

Weil es alſo mit der Mittheilung des Magnetismus bloß auf dem Geſetze der Vertheilung beruhet, ſo läßt ſich daraus auch leicht begreifen, daß die magnetiſche Kraft ungehindert durch Glas, Holz, Meſſing, Papier u. dergl. wirken könne. Denn dergleichen unmagnetiſche Körper ſind eben ſo wenig den Wirkungen der Vertheilung hinderlich, als das Glas den elektriſchen Wirkungskreiſen. Hingegen Eiſen, welches zwiſchen einen Magnet und eine Magnetnadel gebracht wird, erleidet ſelbſt eine Vertheilung der magnetiſchen Materien vom Pole des Magnets, und muß folglich nun auf anderes davon entfernteres Eiſen ganz anders wirken.

Bringt man die flache Seite eines eiſernen Lineals gegen das + M eines Magnets, ſo ſtößt dieſes das + M des Lineals auf die entgegengeſetzte Seite, wo es eine große Fläche findet, über die es ſich verbreitet. Dadurch wird alſo nothwendig der Wirkungskreis gegen eine dahinten ſtehende Magnetnadel verkürzt, und kann folglich nicht mehr ſo ſtark auf ſie wirken, als das + M des Magnets ohne dazwiſchen geſtelltes Lineal würde gewirket haben. Bringt man hingegen das eiſerne Lineal der Länge nach zwiſchen einen Magnet und eine Nadel, ſo ſtößt das + M des Magnets das + M des Lineals nach dem andern ſchmalen Ende des Lineals, wo es ſich nicht verbreiten kann, wohl aber der Nadel näher iſt. Dadurch wird folglich der Wirkungskreis des Magnetes erweitert.

Wenn man zwey ſtählerne Nadeln an feinen Fäden dicht neben einander aufhängt, ſo werden dieſe, ſo bald man den einen oder den andern Pol eines etwas ſtarken Magnetes ihnen von unten nähert, von einander fahren, und ſich zurückſtoßen. Denn die Nadeln erhalten an ihren Enden durch den Wirkungskreis des Magnetes einerley M. Nähert man den Magnet den Spitzen der Nadeln noch mehr, ſo zieht er ſie an, und die Spitzen der Nadeln hängen ſich zu-

leʒt an ihn. Es liegen folglich in dieſen Spiʒen Pole, welche dem genäherten Pole des Magnetes entgegengeſeʒet ſind. Indem ſich aber die Spiʒen der Nadeln unter einander und dem Pole des Magnetes nähern, ſtoßen ihre Köpfe ſich noch immer zurück. Nimmt man hiernächſt den Magnet von den Nadeln wieder weg, und entfernet ihn von ſelbigen, ſo dauert die Divergenz noch eine Zeitlang, welche aber ſogleich aufhören würde, wenn man ſtatt der Nadeln Draht von weichem Eiſen genommen hätte.

Hängt man daher an den einen Pol des Magnetes ein ſo großes Gewicht, als er nur tragen kann, ſo fällt dieſes ab, ſobald man ein Stück Eiſen jenem Pole nahe genug bringt, weil der nächſte Theil des Eiſens durch die Vertheilung einen entgegengeſeʒten Pol erhält, und alſo das Gewicht zurückſtößt. Bringet man aber unter das Gewicht, welches der Magnet träget, eine eiſerne Platte, ſo iſt nun der Magnet im Stande, noch etwas mehr zu tragen. Man nehme nämlich in dieſem Falle an, der Pol habe + M, ſo wird nun das von dieſem zurückgeſtoßene + M am untern Ende des angehangenen Gewichtes durch die eiſerne Platte mehr beſchäftiget, mithin wird mehr — M frey, das ſich ans obere Ende begibt, und dadurch die Anziehung verſtärket. Auf dieſe Weiſe kann man mit einem Magnete von einem Ambos mehr Eiſen aufheben, als von einem hölzernen Tiſche. Daher wird es auch begreiflich, wie die magnetiſche Kraft eines Magnetes durch mehr angehangenes Eiſen immer mehr vergrößert werde. Dieſe Anziehung wird aber noch größer, wenn ſtatt der eiſernen Platte das — M eines andern Magnetes unter das Gewicht gehalten wird.

So wie ein Magnet auf das Eiſen wirkt, eben ſo wirkt er auch auf einen andern Magnet. Nähert man nämlich zwey Magnete von gleicher Stärke mit ihren ungleichnahmigen Polen, ſo ziehen dieſe einander ſelbſt ſtark an. Weil ſich nun in dieſem Falle die beiden M vollkommen binden, ſo können ſie auch in dieſem Zuſtande kein Eiſen anziehen,

und

und dasjenige fällt ab, was vorher an ihnen hing. Nähert man ſie aber mit ihren gleichnahmigen Polen, ſo ſtößt nun zwar die magnetiſche Materie des einen die Materie des andern zurück, allein ſie wirken deſto heftiger auf Eiſen, und zeigen alle magnetiſche Erſcheinungen mit einer größern Intenſität.

Sind hingegen die einander genäherten Magnete von ungleicher Stärke, ſo ſind die magnetiſchen Erſcheinungen noch weit mannigfaltiger. Nähert man ſie mit ihren gleichnahmigen Polen, ſo wird ſchon das $\pm$ M des ſchwächern Magnetes, noch ehe es das $\pm$ M des ſtärkern Magnetes berühret, $= 0$, und zeiget folglich in dieſem Zuſtande gar keine magnetiſche Kraft. Wird hierauf der ſchwächere Magnet dem ſtärkern noch näher gebracht, ſo erhält jener ſogar das entgegengeſetzte $\mp$ M, und wird nun vom ſtärkern $\pm$ M angezogen. Bringt man hingegen die ungleichnahmigen Pole gegen einander, ſo wird das $\pm$ M des ſchwächern Magnetes, je näher es dem $\mp$ M des ſtärkern Magnetes kömmt, anziehen, bis die Anziehung beider Magnete an einander in der Berührung am ſtärkſten iſt.

Wenn der eine Pol des Magnetes mit etwas beſchäftiget wird, ſo iſt nun der andere Pol im Stande ſtärker zu wirken, d. h. das + M an dem einen Ende wird freyer, wenn mehr — M an das andere Ende herbeygezogen wird. Daraus laſſen ſich die Vortheile von der Bewaffnung eines Magnetes beurtheilen.

Wenn man eine dünne Stange von Eiſen oder Stahl an dem einen Ende, z. B. mit dem Nordpol eines ſtarken Magnetes berühret, ſo erhält dieſes Ende eine ſüdliche, gegen das obere Ende des Stabes hin aber eine nördliche Kraft. Bringt man nämlich den Nordpol eines Magnetes auf das Ende (fig. 88.) a der ſtählernen oder eiſernen dünnen Stange ac, ſo wird er von a an bis auf eine gewiſſe Weite gegen c hin ſüdlich, nachher nördlich. Es liegen alſo in der Mitte des Stabes Punkte, welche weder ſüdlich noch nördlich ſind. Streicht man mit dem Pole

des Magnetes von a gegen c fort, ſo wird die ſüdliche Kraft bey a immer ſchwächer, bis man an b kömmt, wo ſie = o wird, hingegen wird die nördliche Kraft bey c immer größer, bis man am Punkt p kömmt, wo ſie bey c die größte Stärke erreichet hat. Indeſſen fängt nun auch a an eine nördliche Kraft zu zeigen. Entfernet man alsdann hier den Pol des Magnetes von dem ſtählernen Stabe, ſo behält er die magnetiſche Kraft eine Zeitlang, und man hat einen ſogenannten künſtlichen Magnet von drey Polen a, p, c, an welchen die beiden Enden a und c einerley Polarität zeigen. Dieſe Erſcheinung hat man ſchon längſt gekannt, und iſt von **Hamberger**[α]) die **Partialität der Magnetnadel** (partialitas acus magneticae) genannt worden.

Wird das Streichen mit dem Pole des Magnetes weiter fortgeſetzet, ſo nimmt die nördliche Kraft bey c wieder ab, bis man auf den Punkt d gekommen iſt, wo die Kraft bey c = o wird. Streichet man bis ans Ende c, ſo erhält nun c eine ſüdliche Kraft, und der ſtählerne Stab iſt ein künſtlicher Magnet von zwey Polen a und c. Durchs Zurückſtreichen von c bis a wird demſelben alle magnetiſche Kraft wieder benommen. Die Wirkungen des ganzen Strichs ſind ſchon längſt bekannt geweſen; die beiden Punkte b und d, die **Indifferenzpunkte** oder die **Punkte der Gleichgültigkeit** aber ſind von **Brugmanns**, und der **culminirende Punkt** p iſt von **van Swinden**[β]) entdecket worden. M. ſ. **Indifferenzpunkte.** Der Herr **van Swinden** hat über dieſe drey Punkte ſehr viele Verſuche angeſtellet, deren Reſultate auch **Cavallo**[γ]) anführet. Sie ergeben, daß die Lage dieſer Punkte nicht allein von der Länge des Stabes, ſondern auch von der Dicke und Härte desſelben und von der Stärke des Magnets abhangen.

Nach

α) Elementa phyſices. Jenae 1735. 8. §. 396.

β) Tentamina theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis. ſpec. I. Franeq. 4. maj.

γ) Abhandlung vom Magnetismus aus dem Engliſchen. Leipzig 1788. 8. S. 55 f.

Nach dem Geſetze der Vertheilung der magnetiſchen Materien laſſen ſich dieſe Erſcheinungen ſehr leicht begreifen. Der Pol + M zieht in dem eiſernen oder ſtählernen Stabe das — M gegen den Punkt, wo er ſteht, ſo weit als ſein Wirkungskreis reichet, nach dem oben angeführten, von Hrn. **Coulomb** entdeckten Geſetze, und ſtößt das + M, ſo weit als möglich iſt, ab. Mithin wird zu Anfange nach c mehr + M getrieben, bis der Pol des Magnets nach p gekommen, hier iſt nun ſein Wirkungskreis ſo groß, daß er das + M in c weiter fort zuſtoßen und nach a hinzutreiben vermögend iſt; außerdem aber ziehet es auch mehr — M gegen c hin und macht dadurch das + M in c immer mehr ruhend. Natürlich wird durch Zurückſtreichen alles wieder in das vorige Gleichgewicht gebracht.

Eben dieſe Wirkungen erfolgen, nur mit Verwechſelungen der magnetiſchen Kräfte, wenn man das Streichen des Magnetes mit dem ſüdlichen Pole unternimmt. Hieraus folgt alſo das allgemeine Geſetz:

Beym Streichen der Stäbe mit $\pm$ M entſteht jederzeit da, wo man zu ſtreichen aufhöret, der Pol $\mp$ M, in einiger Entfernung davon aber fängt der Magnetismus $\pm$ M an.

Selbſt der Magnetismus unſerer Erdkugel, welche in den nördlichen Gegenden den Pol — M, in den ſüdlichen den Pol + M hat, bewirket durch ihren Wirkungskreis die Erſcheinungen der Magnetnadel. M. ſ. **Abweichung der Magnetnadel, Compaß, Neigung der Magnetnadel, Magnetnadel.**

Sehr viele ſchätzbare Verſuche über die magnetiſchen Kräfte hat Herr **Coulomb** angeſtellet. Er hat gefunden, daß ein jeder Stab Eiſen oder Stahl nur eines gewiſſen Grades des Magnetismus fähig iſt, welcher nicht überſchritten werden kann, ſo ſtark auch die Magnete ſind, womit er magnetiſiret wird. Er hat ferner bewieſen, daß die magnetiſchen Kräfte der Erdkugel, welche die verſchiedenen Punkte einer Magnetnadel ſollicitiren, in zwey entge-

gengeſetzten Richtungen wirken; daß der Theil der Nadel, welcher ſich gegen Norden richtet, gegen Norden hin angezogen wird, während der ſüdliche Theil der Nadel es gegen Süden wird; daß, wenn die Nadel, ſie mag magnetiſiret ſeyn, wie ſie will, auch unmittelbar nach dem Magnetiſiren zur Hälfte durchgeſchnitten, oder ein Theil davon genommen wird, die Summe der Kräfte, welche die Nadel oder den davon getrennten Theil gegen Norden ſollicitiren, genau gleich iſt der Summe der Kräfte, welche die Nadel oder ihren Theil gegen Süden ſollicitiren. Dieß Reſultat hat er aus mehreren Erfahrungen gezogen, wovon die einfachſte dieſe iſt, daß eine Nadel vor und nach dem Magnetiſiren gewogen in dem einen und andern Falle genau dasſelbe Gewicht hat. Noch weiter hat er durch verſchiedene Verſuche erwieſen, daß in Magnetnadeln von einerley Natur, deren Dimenſionen homolog ſind, die Momente der dirigirenden Kräfte ſich verhalten, wie die Würfel der homologen Dimenſionen. Wenn er z. B. eine Magnetnadel von 1 Linie Durchmeſſer und 6 Zoll Länge und eine andere von zwey Linien Durchmeſſer und 12 Zoll Länge nimmt, deren homologe Dimenſionen ſich folglich wie 1:2 verhalten, ſo ſind die magnetiſchen Momente dieſer beiden Nadeln, wenn ſie bis zur Sättigung magnetiſiret ſind, im Verhältniſſe zu einander wie 1:8, d. i. das Verhältniß der Würfel ihrer homologen Dimenſionen.

Aus allen dieſen Erfahrungen ſucht Herr **Coulomb** darzuthun, daß in ſtählernen Drähten, deren Durchmeſſer in Vergleichung mit ihrer Länge unbeträchtlich iſt, die Spuren der Thätigkeit der magnetiſchen Materien gegen die Enden zu concentriret ſind. Die Erfahrungen haben ihn gelehret, daß die Curve, welche die magnetiſche Thätigkeit jedes Punktes einer Nadel vorſtellet, die nämliche ſey, die Länge des Stahls ſey welche ſie wolle, und daß ſie ſich vom Ende der Nadel bis auf eine Entfernung von dieſen Enden, welche 25 Durchmeſſern gleich iſt, erſtrecke; daß von da bis zur Mitte der Nadel die Thätigkeit nur ſehr gering iſt,

oder daß die Ordination der Curve, welche dieſe Thätigkeit ausdrücken, beynahe mit der Axe ſelbſt zuſammenfallen. Dieß Reſultat hat er durch direkte Erfahrungen zu beſtätigen geſucht, indem er das Geſetz aufſuchte, nach welchem ſich die magnetiſche Thätigkeit der verſchiedenen Punkte einer bis zur Sättigung magnetiſirten Nadel von ihrem Ende bis zur Mitte richtete.

Er hing an das Querſtück (fig. 89.) f eine kleine Magnetnadel von 2 Linien Länge und $\frac{1}{4}$ Linie Durchmeſſer auf, und befeſtigte unten an ſelbiger mit etwas Wachs einen kleinen kupfernen Cylinder, unter einem rechten Winkel, welcher 2 Linien im Durchmeſſer und 1 Zoll Länge hatte. Sie wurde vermittelſt eines ungeſponnenen ſeidenen Fadens horizontal aufgehängt. In dem magnetiſchen Meridiane dieſer Nadel wird ein bis zur Sättigung magnetiſirter Stahldraht n ſ ſelbiger auf 3 bis 4 Linien genähert, welcher zwey Linien im Durchmeſſer hat, ſo daß der Punkt b der Achſe dieſes Drahtes nur zwey bis 3 Linien von der Spitze der Nadel a entfernet ſey. Herr Coulomb nahm zuerſt einen Stahldraht von 27 Zoll Länge, ließ ſelbigen von 6 zu 6 Linien vertikal hinab, und beobachtete jedesmahl die Schwingungen der Nadel a.

1. Verſuch. Die Nadel a machte, ehe man ihr den magnetiſchen Stahldraht vorhielt, nahe eine Schwingung in 60″.
2. Verſuch. Stellte man das Ende ſ des Stahldrathes dem Niveau der Nadel a gegen über, ſo machte dieſe Nadel in 60″ — — 64 Schwingungen.
3. Verſuch. Das Ende ſ 5 Linien tiefer geſenkt, machte die Nadel in 60″ — — 58 Schwingungen.
4. Verſuch. Das Ende ſ einen Zoll tief geſenkt, machte die Nadel in 60″ — — 44 Schwingungen.
5. Verſuch. Das Ende ſ zwey Zoll tief geſenkt, machte die Nadel in 60″ — — 18 Schwingungen.
6. Verſuch. Das Ende ſ drey Zoll tief geſenkt, machte die Nadel in 60″ — — 12 Schwingungen.

7. Verſuch. Das Ende ſ $4\frac{1}{2}$ Zoll tief geſenkt, machte die Nadel in 60″ eine bis 2 Schwingungen.

Eben dieß fand noch Statt, als man das Ende ſ des Drahtes etwas über 22 Zoll, d. h. bis $4\frac{1}{2}$ Zoll vom andern Ende n hinabgeſenket hatte, nur daß die Nadel hier einen andern Pol zukehret; ſie gibt gegen dieſes andere Ende und mit den correſpondirenden Punkten desſelben dieſelbe Anzahl von Schwingungen als beym erſten Ende.

Die Thätigkeit, welche die Nadel zum Oscilliren bringt, läßt ſich durch das Quadrat der Anzahl der Schwingungen, welche in einerley Zeit gemacht werden, meſſen. Hiernach hat Herr **Coulomb** die Curve (fig. 90.) a b c d e verzeichnet, welche die geometriſche Stelle der magnetiſchen Thätigkeit aller Punkte der Hälfte einer Nadel von 27 Zollen Länge und 2 Linien im Durchmeſſer vorſtellet. Die Ordinaten, welche die magnetiſchen Dichtigkeiten vorſtellen, nahmen ſchnell ab, und ſind beym fünften Zoll faſt Null; von dieſem Punkte an bis zum 22ten fällt die Curve der Dichtigkeiten mit der Axe ſelbſt zuſammen, und in den 5 letztern Zollen des andern Endes befolgen die Ordinaten wieder dasſelbe Geſetz, aber in umgekehrter Richtung, ſo daß wenn die erſtere eine poſitive Dichtigkeit hat, oder deſſen Thätigkeit auf den Pol derſelben Art repulſiv iſt, die des andern Endes auf denſelbigen Pol attractiv iſt. Uebrigens haben Herrn **Coulomb** mehrere Erfahrungen gelehret, daß die Curve, welche an den beiden Enden des Strahldrahtes die magnetiſche Wirkſamkeit jedes Punktes dieſes Drahtes vorſtellet, genau einerley iſt, wie auch die Länge der Drähte ſey, wenn ſie nur über 8 oder 9 Zoll beträgt. Dieſe Curve kann nach mehreren Erfahrungen des Herrn **Coulomb** in der Ausübung als ein Dreyeck berechnet werden, welches ſich nur von den Enden der Nadel bis auf eine Entfernung von dieſem Ende, die dem 25 fachen Durchmeſſer gleich iſt, erſtrecket. Folglich wachſen in den Nadeln, die eine größere Länge haben, als das 50 fache ihres Durchmeſſers beträgt, die Momente wie die Länge der Nadeln ſelbſt. Beträgt hingegen

gegen die Länge der Nadeln weniger, als das 50 fache ihres Durchmeſſers, ſo können die Momente ihrer dirigirenden Kräfte in der Ausübung im Verhältniſſe des Quadrats der Längen der Nadeln geſchätzet werden.

Es läßt ſich auch Eiſen und Stahl urſprünglich magnetiſiren, ohne Mittheiluug des Magnetismus. Hierbey kömmt es bloß auf eine geſchickte Stellung des Eiſens an. Es haben verſchiedene Verſuche gelehret, daß eiſerne Stäbe, welche entweder lothrecht oder noch beſſer im magnetiſchen Meridiane gegen den Horizont unter einem Winkel, welcher die Neigung der Magnetnadel angibt, eine Zeitlang ſind aufgeſtellet worden, magnetiſche Kraft erhalten. Das untere Ende eines ſolchen Drahtes ſtößt den Nordpol der Magnetnadel und zieht den Südpol. Dieſe magnetiſche Kraft dauert jedoch nicht lange; denn ſobald das Eiſen in eine horizontale Lage gebracht wird, ſo verlieret ſie ſich ganz. Auf eben dieſe Art kann man in ſehr kurzer Zeit in eiſernen Stangen einen Magnetismus hervorbringen, wenn man einen eiſernen Stab vertikal in der Hand hält, und mit der andern mittelſt eines Hammers oder eines Schlüſſels der Länge herunter gelinde anſchlägt. Das untere Ende wird der Nordpol, und das obere der Südpol. Kehrt man dieſe Stange um, und hält ſie vertikal, ſo verwechſeln ſich ihre Pole. Durch Hämmern, Klopfen, Bohren, Feilen auch durch Reiben, welches mit einem ſtarken Drucke verbunden iſt, kann das Eiſen ebenfalls magnetiſiret werden. Auch glühendes Eiſen, welches im Waſſer abgelöſcht wird, zeigt Polarität.

Die Erfahrung lehret, daß ein ſo genannter **künſtlicher Magnet** das Eiſen oft noch ſtärker anziehet, als der natürliche Magnet. Durchs Streichen mit einem armirten Magnet läßt ſich ſtählernen viereckigen prismatiſchen Stangen, welche nicht ſo dick ſeyn müſſen, eine ſtarke und dauerhafte magnetiſche Kraft mittheilen, und zwar auf eine doppelte Art; das eine Mahl nämlich durch einen **einfachen Strich**, und das andere Mahl durch einen **Doppelſtrich**.

Bey dem einfachen Striche verfährt man auf folgende Art: man legt die viereckige prismatiſche Stange auf die breiteſte Seite gehörig feſt, nimmt alsdann einen armirten Magnet, ſetzt den einen Pol auf die Mitte der Stange, fährt damit, ohne ſtark aufzudrücken, gleichförmig und langſam bis ans Ende der Stange, hierauf bringt man den nämlichen Pol wieder auf die Mitte der Stange, und fährt ebensfalls wie das erſte Mahl bis ans Ende; dieſes Verfahren wiederhohlet man verſchiedene Mahl. Nachdem dieſes geſchehen, bringt man den andern Pol des armirten Magnets auf die Mitte der Stange, und fährt damit auf gleiche Art über die andere Hälfte der Stange weg. Hierdurch wird nun das Ende einer jeden mit den beiden Polen des armirten Magnets geſtrichene Hälfte der viereckigen prismatiſchen Stange der entgegengeſetzte oder freundſchaftliche Pol des natürlichen Magnets.

Bey dem Doppelſtriche wird dem Stabe die magnetiſche Kraft alſo mitgetheilet: man bringt beide Pole eines armirten Magnets der Länge nach auf die Platte, und ſtreicht damit von dem einen Ende bis zum andern, und wiederhohlet dieſes gleichförmige Streichen mehrere Mahl, bis zuletzt der Magnet von der Mitte des Stabes wieder abgehoben wird. Auch hier ſind die Pole des dadurch magnetiſirten Stabes den Polen des Magnets entgegengeſetzet, welche demſelben die magnetiſche Kraft mitgetheilet haben.

Damit ſich nun die den Stäben mitgetheilte magnetiſche Kraft erhalte, und ſich nicht mit der Zeit verringere, pflegt man zwey ſolche Stäbe der Länge nach neben einander zu legen, daß ihre freundſchaftlichen Pole, welche mit einem Anker von Eiſen verbunden ſind, bey einander liegen.

Sehr oft gibt man den künſtlichen Magneten die Geſtalt eines **Hufeiſens**. Dergleichen Hufeiſen werden wie die geraden Stäbe, mittelſt des Doppelſtrichs magnetiſiret. Man bringt nämlich beide Pole des Magnets auf die Mitte der Krümmung, führt den Magnet gegen das eine Ende hin, und ſtreicht dann immer von einem Ende zum andern,

bis

bis zuletzt der Magnet in der Mitte wieder weggenommen wird.

Dieſe angeführten Beſtreichungen ertheilen den Stäben keinen ſtärkern Magnetismus, als der dazu gebrauchte Magnet ſelbſt beſitzet. In den neuern Zeiten aber hat man verſchiedene Methoden erfunden, den künſtlichen Magneten den größt möglichen Magnetismus mitzutheilen. Nach Herrn **Coulomb** iſt die vortheilhafteſte Methode, künſtliche Magnete zu verfertigen, folgende: man nimmt einige 30 Bleche oder Stäbe von gefärbtem Stahl, welcher wieder bis zur conſiſtance de reſſort angelaſſen iſt, jedes 5 bis 6 Linien breit, 2 bis 3 Linien dick und 36 Zoll lang. Das engliſche Stahlblech (la tôle d'acier d'Angleterre), welches in Stäbe von 1 Zoll Breite zerſchnitten worden, iſt hierzu am beſten. Hierauf wird ein jeder Stab auf folgende Art magnetiſiret: Man legt den Stab auf die Enden zweyer ſtarken Magnete (fig. 91.) NS und SN, nimmt hierauf zwey andere ſtarke Magnete N'S' und S'N', ſtellt beide auf den zu magnetiſirenden Stab 7 bis 8 Linien von einander entfernet ſchief auf (die Punkte S und S' ſtellen die Südpole und die Punkte N und N' die Nordpole vor), und führt die beiden Stäbe in dieſer Stellung bis an das Ende der Nadel nf etwa 5 bis 6 Mahl. Hierauf werden zwey rechtwinklige Parallelepipeden von ſehr weichem und gut polirten Eiſen, 6 Zoll lang, und 20 bis 24 Zoll breit, und 10 bis 12 Linien dick genommen, woraus die Armatur des Magnetes gemacht wird, indem man das Ende eines jeden Parallelepipedums mit Schichten der magnetiſirten Stahlſtäbe umgibt, ſo daß das andere Ende desſelben über das Ende der Stäbe 20 bis 24 Linien hervorraget. Auf die erſte Schichte von Stäben von 3 bis 4 Linien Dicke wird eine zweyte, welche 3 Zoll weniger in der Länge beträget, als die erſte, geleget, ſo daß die erſten aus der zweyten um 18 Linien von jedem Ende hervorragen. Hiernächſt wird alles an den Enden durch zwey meſſingene Ringe befeſtiget, welche die Stäbe gegen einander preſſen, und das Herausfallen der Armaturen

ren verhindern. Die fig. 92. ſtellt zwey dergleichen künſtliche Magnete vor, wie n und ſ, n′ und ſ′ die Enden der beiden Parallelepipeden von Eiſen ſind. Jeder Magnet iſt durch kupferne Ringe, welche durch a und b, a′ und b′ angedeutet ſind, feſt zuſammen gehalten. Die Anker A und B vereinigen die Pole der Armaturen.

Die Erfahrung hat Herrn **Coulomb** gelehret, daß, wenn man gewöhnliche Nadeln zu Compaſſen auf die beiden Enden dieſer Magnete, wie vorher angezeiget iſt, aufleget, dieſelben bis zur Sättigung magnetiſiret werden, ohne daß es nöthig iſt, ſie noch mit zwey andern Magneten zu beſtreichen.

Außerdem hat man auch verſchiedene Methoden entdecket, ſelbſt ohne Zuthun eines andern Magnets durch bloßes Streichen unmagnetiſcher Stäbe künſtliche Magnete von ungemeiner Stärke zu verfertigen, und auch den ſchon vorhandenen Magnetismus zu verſtärken. D. **Gowin Knight** [α]) hatte die Erregung des urſprünglichen Magnetismus zu einer hohen Stufe der Vollkommenheit gebracht, hielt jedoch ſeine Verfahrungsart geheim. Nachher gelang es auch den Herrn **Mitchell** [β]) und **Canton** [γ]) den urſprünglichen Magnetismus in eiſernen oder ſtählernen Stäben zu erregen. **Mitchell** nahm einen kleinen ſtählernen Stab, legte ſelbigen zwiſchen zwey größere eiſerne Stäbe nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel, und ſtrich mit einem dritten eiſernen Stabe, den er faſt lothrecht, und mit einer kleinen Neigung des obern Endes gegen Süden hielt, jene drey Stäbe von Norden nach Süden hinauf. Hierdurch ward der Stahl, wiewohl ſchwach, magnetiſiret. **Canton** brachte eine eiſerne Stange in eine ſenkrechte Lage, und band an das obere Ende deſſelben einen ſtählernen Stab mit einem ſeidenen Faden feſt. Hierauf nahm er einen andern eiſernen Stab in die Hand, und ſtrich mit dem untern Ende deſſelben

α) Philoſoph. transact. num. 474. 484.
β) Treatiſe of artificial magnets. Lond. 1750. 8.
γ) Philoſoph. transact. Vol. XLVII. p. 31. überſ. im hamburg. Magazin B. VIII. S. 339 f.

deſſelben den ſtählernen Stab etwa 10 bis 12 Mahl von unten nach oben. Hierdurch erhielt das untere Ende des Stabes einen Nordpol, welcher ſchon vermögend war, einen kleinen eiſernen Schlüſſel zu tragen. Gewöhnlich nahm er ſtatt der eiſernen Stäbe eine kleine eiſerne Ofengabel oder Kohlenſchaufel und eine Feuerzange, welches deſto beſſere Dienſte that, je größer und je länger ſie gebrauchet wurden.

Die beſte Methode, urſprünglich künſtliche Magnete zu verfertigen, hat **Antheaulme** *) angegeben. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel einen etwa 12 Fuß langen Balken ſo an, daß (fig. 93.) a im magnetiſchen Meridiane gegen Norden liegt. Auf dieſem Balken befinden ſich der Länge nach zwey eiſerne Stäbe a f und d b, welche an den Enden d und f glatt abgefeilet ſind. Auf der Mitte dieſes Balkens liegt ein hölzerner Würfel e, deſſen Seitenlinie etwa 1 bis 2 Zoll beträgt. Zwiſchen dieſen Würfel und eine jede eiſerne Stange wird eine $\frac{1}{12}$ Zoll ſtarke eiſerne Platte d h und f g geſetzet, welche $\frac{3}{4}$ Zoll über den Oberflächen der eiſernen Stangen hervorragen, und an den Kanten h und g etwas ſchärfer abgefeilet ſind, als die eiſernen Platten ſelbſt. Will man nun den ſtählernen wohl polirten Stab i k magnetiſiren, ſo reibt man ihn auf den Kanten h und g eben ſo wie mit den Polen eines armirten Magnets beym Doppelſtriche, man ſetzt ihn in der Mitte auf, und reibt ihn auf den eiſernen Kanten hin und her, und hebt ihn in der Mitte wieder ab. Wenn man auf dieſe Weiſe 50 bis 100 Striche verrichtet hat, ſo iſt ein von 10 bis 12 Zoll langer eiſerner Stab ziemlich magnetiſiret.

Methoden, die ſchon vorhandene magnetiſche Kraft durch ſich ſelbſt, ohne einen ſtärkern Magnet zu gebrauchen, auf einen höhern Grad zu bringen, haben ebenfalls **Mitchel, Canton, Antheaulme** nebſt **le Maire** und **Duhamel** angege-

*) Mémoir. ſur les aimans artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Petersbourg à Paris 1760. 4. ingl. obſeruat. ſur les nouvelles methodes d'aimanter par *de la Lande*; in den mémoir. de Paris 1761.

angegeben. Im Allgemeinen beſtehen ſie darin, daß man mehrere gleich ſtark magnetiſirte Stäbe mit einander verbindet, wodurch man ſchon einen ſtärkern Magnet erhält; hiermit macht man alsdann nach gewöhnlicher Methode andere künſtliche Magnete, welche nun ſchon ſtärker als die vorigen ſind, und mit einander verbunden noch weit ſtärker werden. Mit dieſem Zuſammengeſetzten beſtreichet man alle Stäbe, woraus der erſte Magnet beſtehet, und mit dem daraus verſtärkten diejenigen Stäbe, woraus der zweyte beſteht u. ſ. w. Hat man z. B. bereits vier Stäbe (fig. 94.) ab, cd, ef und gh magnetiſiret, ſo bringt man zwey davon ab und cd mit den freundſchaftlichen Polen an beiden Enden in die Verſtärkungsanker ik und lm; hierauf legt man ferner die freundſchaftlichen Pole f und g der beiden andern Stäbe an einander, ſetzt ſie ſenkrecht auf die Mitte des Stabes ab, hält ſie bey fg feſt, bringt die beiden Pole e und h etwas von einander, und ſtreicht alsdann von einem Ende zum andern wie beym Doppelſtrich. Nachdem man 50 bis 100 Mahl das Streichen fortgeſetzet hat, hört man in der Mitte wieder auf, bringt die beiden Pole e und h wieder zuſammen, und hebt ſie ſeitwärts des Stabes von ſelbigem wieder ab. Auf die nämliche Art verfährt man auch mit dem Stabe cd. Hierauf bringt man die beiden andern Stäbe fe und gh zwiſchen die Verſtärkungsanker, und ſtreicht dieſe mit ab und cd wie vorhin. Dadurch wird jederzeit das zwiſchen den Ankern befindliche Paar ſtärker magnetiſiret, als das ſtehende, und man iſt vermögend, die Verſtärkung durch das abwechſelnde Verfahren ſo weit als möglich zu treiben.

Canton gibt nach ſolchen 50 bis 100 Vertikalſtrichen noch 10 bis 12 Horizontalſtriche auf folgende Weiſe; die obern Pole f und g der beiden reibenden Stäbe werden von einander getrennt (fig. 95.), ſo daß die beiden andern freundſchaftlichen Pole e und h auf dem Stabe ab zuſammen kommen, ſtreicht alsdann den einen Stab fe gegen das Ende a und den andern hg gegen das Ende b hin, und

führt

führt beide nicht wieder zurück, ſondern über die beiden Anker i k und l m hinaus in einem Bogen herum, bis ſie in einiger Entfernung von a b mit den freundſchaftlichen Polen e und h wieder zuſammen kommen, da ſie alsdann von neuem auf die Mitte des Stabes a b gebracht werden u. ſ. w.

Auch kann man zum Streichen mehr als zwey Stäbe mit Vortheil gebrauchen; man legt nämlich ſtatt des einzelnen Stabes f e zwey, drey oder auch mehrere alle mit den Nordpolen unterwärts, und ſtatt des einzelnen h g eben ſo viele mit den Nordpolen aufwärts aneinander, und befeſtiget ſie gehörig, weil ſie ſich ſonſt nicht anziehen. Hierdurch wird die Stärke des Magnetismus noch mehr vergrößert. Wenn man mittelſt kleiner Stäbe große magnetiſiren will, ſo erreicht man ſeine Abſicht beſſer, wenn man zuerſt mehrere von mittlerer Größe macht, und ſo die großen mit welchen beſtreichet, die nicht ſo ſehr von ihnen an Größe verſchieden ſind, als wenn man die großen unmittelbar mit den kleinen beſtreichen wollte. Auch nehmen nach einer Beobachtung des Herrn **Fuß** [a]) die Stahlſtäbe am Ende eine größere Kraft an, wenn man ſie etliche Mahl zurückgeſtrichen und ihnen die Kraft wieder genommen hat, die man ihnen gegeben.

Auf eine ſolche Art hat Herr **Knight** ſeine großen künſtlichen Magnete verfertiget, die er magnetiſche Magazine nennt. Es waren ihrer zwey, jedes beſtand aus 240 ſtarken künſtlichen Magneten, welche zuſammen 500 Pfund wogen, und ein großes Parallelepipedum ausmachten. Er konnte damit nach D. **Fothergill's** Bericht [b]) in wenigen Sekunden die ſtärkſten Magnete machen, und die Pole des natürlichen in einem Augenblicke umkehren.

Auch verfertigte **Knight** künſtliche Magnete aus einem Teig, dem er jede beliebige Geſtalt geben konnte, und welcher ſich an einem gelinden Feuer zu einer ſteinartigen Maſſe

[a]) In *Rozier* Journal de phyſique. ſuppl. 1792.
[b]) Philoſoph. tranſact. Vol. LXV. for the year 1776.

Maſſe verhärtete. **Wilſon** [α]) hat erſt nach ſeinem Tode bekannt gemacht, daß dieſer Teig aus dem feinſten Eiſenmohr und Leinöl beſtand. Der verhärteten Maſſe gab er den Magnetismus durch ſein magnetiſches Magazin. Nach dem Berichte des **D. Ingenhouß** [β]) nahm er zu dieſer Maſſe pulveriſirten Magnet, Kohlenſtaub und Leinöl; ſelbſt **Ingenhouß** hat biegſame Magnete aus Eiſenſtaub und Wachs verfertiget.

Um alle bisher angeführte magnetiſche Erſcheinungen zu erklären, hat man verſchiedene Hypotheſen aufgeſtellet. Lange Zeit ſind die Wirkungen des Magnets bloß bewundert worden, ohne weitere Unterſuchungen darüber anzuſtellen. Erſt nach der Entdeckung der Abweichung der Magnetnadel fing man an, die magnetiſchen Erſcheinungen von dem Magnetismus der Erde abzuleiten, und ſich endlich auch an die Urſachen dieſer merkwürdigen Phänomene zu wagen.

Carteſius [γ]), welcher die merkwürdigſten Bewegungen durch Wirbel feiner flüſſiger Materien zu erklären ſuchet, nimmt auch hier eine feine magnetiſche Materie an, welche aus Schräubchen oder Spiralen beſtehet, und aus dem Nordpol des Magnets in den Südpol überſtröme; eine ähnliche aus Schräubchen, welche nach der entgegengeſetzten Richtung gewunden iſt, ſtröme aus dem Südpol in den Nordpol. Im Eiſen träfe man ausgehöhlte Canäle an von zwey Arten wie Schraubengänge gewunden, in welche die gedachten Materien paßten. Dieſe Canäle wären entweder ſchon vorhanden, oder die magnetiſche Materie formte ſie zwiſchen den nachgebenden Faſern des Eiſens. Beym Durchgange durch die Luft fänden die aus den Polen ſtrömenden Materien Widerſtand, bildeten daher Wirbel, und gingen an den beiden Seiten des Magnets in den andern Pol durch krumme Linien über.

Daraus

α) philoſoph. transact. Vol. LXIX. for the year 1778. no. 5.
β) Vermiſchte Schriften. B. I. S. 409.
γ) Princip. philoſoph. P. IV. §. 133. ſqq.

Daraus wird nun erkläret, wie durch die Wirbel der Erdkugel einem jeden Magnete die Richtung ertheilet wird, und wie eben dieß erfolge, wenn zwey Magnete einander genähert werden; wie das Anziehen Statt finde, wenn die freundſchaftlichen Pole zuſammen kommen, indem ſich die Wirbel beider Magnete in einen einzigen verwandeln müſſen; wie ferner das Zurückſtoßen der feindlichen Pole entſtehe, indem die aus den Polen ausſtrömenden Materien ſich Platz zu ihren Wirbeln machen müſſen u. ſ. w. Man ſieht leicht, daß die Meinung des **Carteſius** auf lauter willkürlich angenommenen Sätzen beruhet, welche auf keine Weiſe durch Erfahrungen bewieſen werden können, und der behauptete Widerſtand der Luft iſt ſelbſt der Erfahrung entgegen, da alle magnetiſche Erſcheinungen im luftleeren Raume auf gleiche Art von Statten gehen.

Statt der vom **Carteſius** im Eiſen angenommenen Schraubengänge nimmt **Dalencé** *) bloße Canäle mit Faſern oder Klappen, welche die durchſtrömende magnetiſche Flüſſigkeit nur nach einer Richtung durchlaſſen, nach der entgegengeſetzten aber den Weg verſchließen. Auch behauptete er ſtatt des doppelten Wirbels nur einen einfachen. Auch **dü Fay** **) war dieſer Hypotheſe zugethan, und glaubte, daß die aus dem Südpole unſerer Erde ausſtrömende magnetiſche Materie in den Südpol des Magnets wieder hineingehe, durch den Nordpol wieder heraustrete, und durch den Widerſtand der Luft abermahls zum Südpole zurückgetrieben werde; auch meinet er, daß die Faſern des Eiſens bey vertikaler Stellung eines Stabes durch ihre Schwere oder durch Hämmern u. dergl. in die gehörige Richtung kämen, und hieraus erkläret er den von **Vallemont** und **Reaumür** entdeckten urſprünglichen Magnetismus.

Nachdem die Akademie zu Paris in den Jahren 1744 und 1746. dieſen Gegenſtand zu einer Preisaufgabe gemacht hatte

*) Acta erudit. Lipſ. 1787. Aug. p. 424.
**) Memoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. Paris 1728.

hatte, ſo wurden die Herrn **Euler**, **du Tour**, **Johann** und **Daniel Bernoulli** dadurch veranlaſſet, dieſe Sache weiter auszuführen. **Euler** *) glaubet, daß die magnetiſche Materie aus den feinern Theilen des Aethers beſtehe, welche ſich mit den gröbern Theilen desſelben nur ſchwer vereinigen können. Nach ihm hat der Magnet, ſo wie das Eiſen, Canäle mit Faſern, welche ſich bloß nach einerley Seite neigen, und Klappen bilden, welche die magnetiſche Materie nach dieſer Seite hin durch- aber nicht wieder zurücklaſſen. Auf dieſe Weiſe dringt der feinere Theil des Aethers in den einen Pol des Magnets ein, und ſtrömt aus dem andern Pol hervor. Der Widerſtand, welchen der gröbere Theil des Aethers dem feinern thut, bewirket ein Zurücktreiben des letztern in einen einfachen Wirbel gegen den erſten Pol des Magnetes. Dieſes Aus- und Einſtrömen aus dem einen Pol in den andern dauert ſo lange, bis ſich endlich die feinern Theile des Aethers mit den gröbern vereiniget haben. Weil nun in der Erde eine große Menge Eiſen und Magnet befindlich iſt, ſo ſind auch hier dergleichen Canäle in großer Menge anzutreffen, folglich mußte ſich um die Erde ein großer Wirbel bilden.

Dieſe Hypotheſe beruhet ebenfalls auf ganz willkürlichen Vorausſetzungen, die aus der Erfahrung nicht zu erweiſen ſind. Geſetzt auch, man wollte das Daſeyn des Aethers wirklich zugeben, ſo bleibt die Behauptung ſehr auffallend, denſelben in zwey Arten von verſchiedener Feinheit zu ſondern. Außerdem müßte auch der Wirbel des Magnets von dem Erdwirbel beſtändig geſtöret werden, anderer Phänomene nicht zu gedenken, welche ſich daraus gar nicht herleiten laſſen.

Auch **du Tour** iſt der Meinung **Eulers** in Anſehung des einfachen Wirbels und der klappenförmigen Canäle im Magnet und Eiſen, ſchreibt aber den Faſern des Eiſens eine Kraft zu, die Oeffnungen im nöthigen Fall zu erweitern und

*) Opuſcul. To. III. continens nouam theoriam magnetis, praemio condecor. 1744. Berol. 1757. 4.

und zu verengern. Vermöge dieſer Kraft erhält die magnetiſche Materie während des Durchganges immer neue Stöße, welche ihr mehr Geſchwindigkeit geben, als ihr der Widerſtand der Luft, aus welchem er den Wirbel entſtehen läßt, benehmen kann.

Johann und **Daniel Bernoulli** nehmen wie **Carteſius** einen doppelten Wirbel an, und bringen dieſerwegen in das Eiſen Canäle von doppelter Art, deren Klappen ſich nach entgegengeſetzten Seiten öffnen. Die Faſern, welche elaſtiſch ſind, drucken vermöge ihrer ſchwingenden Bewegung die magnetiſche Materie aus den zwiſchen ihnen befindlichen Räume durch die Klappen heraus. Die ſchwingende Bewegung der magnetiſchen Materie ſelbſt aber wird beym Durchgange durch ſo enge Röhren in eine bloß fortgehende verwandelt, die ſich aber beym Rückgange nach dem andern Pol nach und nach wieder herſtellet.

Alle dieſe Hypothesen, welche die magnetiſchen Erſcheinungen durch Wirbel der magnetiſchen Materie zu erklären ſuchen, haben ſich eine ziemliche Zeit in Anſehen erhalten. Endlich ſetzte ihnen **Brugmanns** Gründe entgegen, welche ſie ganz entkräfteten

Aepinus nimmt, um die magnetiſchen Erſcheinungen zu erklären, ſo wie **Franklin** bey der Elektricität, nur eine einzige magnetiſche Materie an. Die Elementartheilchen dieſer Materie ſtoßen einander ab, und werden dagegen von den Elementartheilchen des Eiſens und aller eiſenhaltigen Maſſen angezogen. Andere vom Eiſen verſchiedene Materien und die magnetiſche Materie wirken gar nicht in einander. Eiſen hat mit den für ſich elektriſchen Körpern die Aehnlichkeit, daß die magnetiſche Materie ſich darin nicht ganz ungehindert fortbeweget, und könnte alſo in dieſer Rückſicht eine für ſich magnetiſche Materie heißen; dagegen gibt es keine magnetiſche Leiter in dem Sinne, daß ſolche Subſtanzen die magnetiſche Materie anziehen und zugleich frey durchlaſſen ſollten. Es erfolgen alſo die magnetiſchen Erſcheinungen bloß aus dem Ueberfluß oder Mangel der na-

türlichen Menge der magnetiſchen Materie, und es gibt einen poſitiven und negativen Magnetismus mit Wirkungskreiſen, in welcher die Vertheilung nach eben den Geſetzen, wie bey der Elektricität, Statt findet. Mittheilung des Magnetismus iſt aber nicht vorhanden, weil es keine Leiter gibt; im Eiſen ſelbſt aber, beſonders im weichen, heben ſich Ueberfluß und Mangel wieder auf, und ſtellen das natürliche Gleichgewicht her.

Gegen dieſes Syſtem von einer magnetiſchen Flüſſigkeit hat man eben die Gründe, wie gegen die Behauptung einer elektriſchen Materie, eingewendet, und es haben daher verſchiedene Naturforſcher lieber zwey magnetiſche Materien angenommen. Herr **Wilke** und Herr **Hube** geben dieſen beiden Materien den Nahmen der **poſitiven** und **negativen**; Herr **Brugmanns** hingegen nennt ſie die **nördliche** und **ſüdliche**. Dieſe beiden Syſteme von einer und von zweyen magnetiſchen Flüſſigkeiten ſcheinen mit den magnetiſchen Erſcheinungen, ſelbſt mit den Erfahrungen des Herrn **Coulomb**, eines ſo gut, wie das andere, übereinzuſtimmen. Herr **Coulomb** führet aber an, daß es doch einige Phänomene gebe, welche dieſen Hypotheſen ganz entgegengeſetzet zu ſeyn ſcheinen. Eines der vorzüglichſten iſt, daß, wenn eine Magnetnadel frey aufgehängt wird, die Summe der nördlichen Kräfte, welche dieſe Nadel im magnetiſchen Meridiane ſollicitiren, genau der Summe der ſüdlichen Kräfte gleich iſt. Dieß Reſultat hat nicht allein bey einer Nadel Statt, die man ſo eben magnetiſiret hat, ſondern auch dann, wenn man nach dem Magnetiſiren dieſe Nadel in verſchiedene Theile ſchneidet. Man ſchneidet z. B. einen nördlichen Theil ab, ſo wird dieſer Theil frey aufgehängt durch ganz gleiche nördliche und ſüdliche Kräfte ſollicitiret werden; aber nach den vorhergehenden Hypotheſen müßte dieſer Theil einzig mit nördlicher Flüſſigkeit beladen ſeyn. Folglich iſt hier die Theorie mit der Erfahrung im Widerſpruche. Herr **Coulomb** ſucht dieſen Widerſpruch dadurch zu heben, daß das magnetiſche Fluidum nach des

Herrn Aepinus Hypotheſe in jeder Grundmaſſe des Magnets oder Stahls enthalten ſey; daß das Fluidum von einem Ende der Grundmaſſe zur andern treten könne, wodurch jede Grundmaſſe zwey Pole erhält; daß aber das Fluidum nicht von einer Grundmaſſe zur andern kann. Zu dieſem Ende ſtelle man ſich vor, das magnetiſche Stahlblech (fig. 96.) a b d c beſtehe der Länge nach aus einer unendlichen Menge von Elementarfibern, wovon h ſ eine iſt, die man ſich vergrößert unter fig. 97. gedenken kann, und wo 1, 2, 3, 4, 5 u. ſ. kleine Magnetnadeln oder Elementargrundmaſſen vorſtellen. In jeder einzelnen Grundmaſſe kann ſich die magnetiſche Flüſſigkeit von einem Ende zum andern bewegen, ſie kann aber aus der Grundmaſſe ſelbſt nicht heraustreten. Wenn in der erſten Nadel alles magnetiſche Fluidum an dem nördlichen Ende um die Quantität α verdichtet iſt, ſo iſt es in eben dieſer Nadel an dem ſüdlichen Ende jenſeit des Zuſtandes der Neutraliſirung um die Quantität α verdünnet; in der Nadel 2 wird es an dem nördlichen Ende um eine Quantität $\alpha + \beta$ verdichtet ſeyn können; in der Nadel 3 um die Quantität $\alpha + \beta + \gamma$; und ſo wird es an dem andern Ende derſelben Elementarnadeln um dieſelbe Quantität verdünnet ſeyn u. ſ. w. fort für alle andere Elemente dieſer Fiber. Daraus erhellet, daß an dem Ende der Fiber die nördliche Kraft α ſeyn werde, daß an dem nördlichen Ende des zweyten Elements die nördliche Kraft auf β gebracht ſeyn werde, indem ſeine Kraft α durch die negative Kraft α des ſüdlichen Elementes 1 aufgehoben wird; daß am nördlichen Ende des Elementes 3 die nördliche Kraft auf γ gebracht ſeyn wird, indem der Theil $\alpha + \beta$ durch die negative Kraft des ſüdlichen Pols des Elementes 2 aufgehoben worden. Uebrigens iſt es leicht einzuſehen, daß, wenn man in der Elementarfiber (fig. 96.) h ſ z. B. auf der nördlichen Seite irgend einen Punkt g nimmt, deſſen nördliche reducirte Kraft durch g vorgeſtellet wird, und man durch g eine Linie o f ſenkrecht auf die Länge des Blechs ziehet, die Thätigkeit des ganzen Theils a b f o auf den Punkt g, die in

 der

der Richtung hg aufgehoben wird, die Thätigkeit des ganzen übrigen Theils focd + der coarcitiven Kraft, welche das Fluidum hindert, aus jedem Elemente zu treten, das Gleichgewicht halten muß.

Nach **Kratzenſtein** [α]) erfolgen die magnetiſchen Phänomene aus einer wellenförmigen Bewegung der magnetiſchen Materie, bey welcher ſich die Welle an dem einen magnetiſchen Pole zuſammenziehet, wenn die an dem andern ſich ausdehnet. Die kleinern Theile des Magnets haben eine gleichförmige wellenartige Bewegung mit den Wellen der allgemeinen magnetiſchen Atmoſphäre, wie gleichgeſtimmte Saiten in der Luft. Das Eiſen iſt der ſchwingenden Bewegung dieſerwegen fähig, weil es einen Mangel an der merkurialiſchen Elementarerde beſitzet, welche ein Hinderniß der Schwingungen in den andern Metallen iſt. Uebrigens meinet er, daß bey den andern Körpern die Gegenwart einer Säure, oder der Mangel an Phlogiſton, oder auch die geringſte Dichtigkeit Schuld ſey, daß ſie keine magnetiſche Erſcheinungen zeigen können.

Gabler [β]) leitet ſeine Theorie vom Magnetismus bloß aus dem Satze her, daß alle Eiſentheilchen, jedes für ſich, wahre Magnete ſind, und im Eiſen wegen ihrer unregelmäßigen Lage keine magnetiſche Erſcheinungen äußern kann. Dieſer Gedanke hat mit dem des Herrn **Coulomb** viele Aehnlichkeit; nur hat er weiter keine Gründe vom erſten Urſprunge des Magnetismus angeführet. Eine ähnliche Theorie hat auch **Rittenhouſe** [γ]) entworfen. Dieſer nimmt an, daß zwar nicht alle, aber doch viele Theile des Eiſens Magnete ſeyn, welche aber allererſt durch Anhaltung eines Magnets oder durch Hämmern ihre gehörige Lage erhalten. Außerdem behauptet er, es ſey in der ganzen

α) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. I. St. 4. S. 132 u. f.

β) Naturlehre. München 1778. 8. ingl. theoria magnetis, explicauit Mat. *Gabler*. Ingolſt. 1781. 8.

γ) Transact. of the american philoſoph. ſociety at Philadelphia. Vol. II. 1786. 4.

zen Natur eine Kraſt verbreitet, welche ſich auf dieſe kleinen Magnete nach der Richtung der Magnetnadel thätig erweiſe. Er bemühet ſich dieſes durch Verſuche mit eiſernen Stäben zu beweiſen, welche in den magnetiſchen Meridian gelegt durch bloßes Klopfen einen Magnetismus erhalten.

Van Swinten erkläret ſich ganz gegen die Annahme magnetiſcher Flüſſigkeiten, welche doch nur ganz unzureichende und bloß hypothetiſche Erklärungen gewährten, indem man über ihre Natur, Bewegung und Wirkungsart durch die Erfahrung nichts ausmachen könnte. Er begnüget ſich allein, die Geſetze des Magnetismus aufzufinden, und hat zu dieſer Abſicht viele ſchätzbare Verſuche angeſtellet.

Endlich hat noch Herr **Prevoſt** *) eine Theorie vom Magnetismus aufgeſtellt, die er mit der mechaniſchen Phyſik des Herrn **le Sage** in Verbindung zu bringen ſuchet. Er nimmt dieſem Syſteme gemäß die expanſiven Flüſſigkeiten überhaupt für diſcrete Flüſſigkeiten an, deren Theilchen ſich nach allen Seiten zu bewegen, ein jedes nach der Richtung, in welcher es eine jede conſtante mechaniſche Urſache treibt. Eine ſolche diſcrete Flüſſigkeit kann entweder **einfach** oder **zuſammengeſetzet** ſeyn, die letztere iſt wiederum entweder **gemengt** oder **gemiſcht**. In der gemiſchten Flüſſigkeit ſind alle Grundmaſſen gleichartig, und eine jede Grundmaſſe (molécule) iſt von zwey oder mehreren verſchiedenen Elementen gebildet.

Die magnetiſche Flüſſigkeit iſt eine diſcrete gemiſchte Flüſſigkeit, deren Grundmaſſen durch zwey verbundene ungleichartige Elemente gebildet ſind. Werden ihre Grundmaſſen zerſetzt, ſo verbinden ſich ihre gleichartigen Elemente, und bilden ſo zwey magnetiſche Elementarflüſſigkeiten, welche Herr **Prevoſt** im Gegenſatze mit den vorigen Flüſſigkeiten **rein** nennet.

 Eine

*) De l'origine des forces magnétiques. à Geneve. 1788. 8. Vom Urſprunge der magnetiſchen Kräfte; überſ. von D. L. Bourguet. Halle 1794. 8.

Eine Eigenſchaft der Elemente der magnetiſchen Flüſſigkeit iſt dieſe, zweyerley Affinitäten unterworfen zu ſeyn; die eine äußert ſich in der Ferne, die andere aber nur in Berührung. Vermöge der erſtern ziehen ſich die ungleichartigen Elemente, wenn die Anziehungen der gleichartigen gleich ſind, ſtärker an, als die gleichartigen. Vermöge der zweyten zieht das Eiſen die Elemente beider Art an, ſo wie auch ihre Aggregation, wenn man ſie mit dem Metall in Berührung bringt.

Die magnetiſche Flüſſigkeit iſt in der Atmoſphäre verbreitet, und dringt in das Innere der Erde. Ihre ungleichartigen Elemente werden auch durch die Affinität, die ſie gegen einander haben, überall, wo ſie frey ſind, genöthiget ſich zu verbinden. Daher exiſtiret dieſe Flüſſigkeit bloß gemiſcht. Da aber, wo ſie nicht ganz frey ſind, wie im Eiſen, werden ſie öfters zerſetzt, und bilden reine Flüſſigkeiten von beiden Arten. Im natürlichen Zuſtande enthält das Eiſen die magnetiſche Flüſſigkeit nur gemiſcht; das magnetiſirte Eiſen aber zerſetztes Fluidum, deſſen Elemente, jedes beſonders verdichtet, unter der Geſtalt reiner Flüſſigkeit, verſchiedene Stellen einnehmen, die man **Pole** nennt. Herr **Prevoſt** ſieht hier den Magnet als einen einzigen Pol an, der mit reiner Flüſſigkeit erfüllt iſt. Er erkläret hieraus folgende Phänomene:

1. **Das Eiſen wird vom Magnete nur in ſo fern angezogen, als es ſelbſt magnetiſch wird.** Denn wenn ein gemiſchtes Theilchen ſich in gleichen Entfernungen zwiſchen zwey gleichen Maſſen des magnetiſchen Fluidums befindet, wovon die eine gemiſchtes, die andere reines Fluidum iſt, ſo bleibet es unbeweglich, indem die Anziehungen der gleichartigen und ungleichartigen Theile von beiden Seiten vollkommen gleich ſind. Eiſen alſo, das im natürlichen Zuſtande iſt, d. h. bloß gemiſchte Theile des Fluidums enthält, wird von der reinen Flüſſigkeit des einen Pols nicht afficiret, ſo lange die Grundmaſſen ſeines Fluidums nicht zerſetzet werden.

2. **Zwey magnetiſirte Stäbe ziehen ſich an ihren ungleichnahmigen Polen an, und ſtoßen ſich an ihren gleichnahmigen zurück.** Die reine Flüſſigkeit des magnetiſchen Stabes wirket nicht auf das umgebende freye und bewegte Fluidum, das nicht zerſetzet werden kann; mithin wirken bloß die entgegengeſetzten Pole der Stäbe auf einander. Ein jeder von dieſen Polen wird nach der Stelle hingezogen; die das meiſte von derjenigen Flüſſigkeit enthält, welche der ſeinigen ungleichartig iſt. Dieſes bringt ſcheinbares Zurückſtoßen der gleichnahmigen Pole hervor; denn dieſe ſtreben nach der äußern gemiſchten Flüſſigkeit, die ſich in der entgegengeſetzten Gegend in gleicher Entfernung befindet. Man kann daher jeden magnetiſchen Stab in Beziehung auf den Pol des andern Stabes als mit zwey Kräften verſehen betrachten, einer anziehenden und zurückſtoßenden Kraft. Jede dieſer beiden Kräfte nimmt einen Mittelpunkt von beſtimmter Anziehung ein. In gleichen Entfernungen werden ſie gleich ſeyn, befolgen aber wie alle Kräfte dieſer Art ein umgekehrtes Verhältniß ihres Abſtandes. Jeder Pol eines magnetiſchen Stabes wird folglich an einem Ende durch den Ueberſchuß der Kraft wirken, welche ihm die Entfernung ſeines Antagoniſten verſchaft.

3. **Wenn man einen von den Polen eines Magnets an das Ende eines Stabes von natürlichem Eiſen bringt, ſo wird dieſes Ende ein ungleichnahmiger Pol, und das andere ein gleichnahmiger.** Das reine Fluidum in der Nähe des gemiſchten ſtrebt dieſes zu zerſetzen; allein dieſe Urſache der Zerſetzung kann keine Wirkung auf die freye und bewegte Flüſſigkeit haben. Sie muß in dem Eiſen gebunden ſeyn, und die Verwandtſchaft des letztern muß die Wirkung unterſtützen. Unter dieſen Umſtänden wird die Flüſſigkeit zerſetzt, und ihre Elemente geben ihren wechſelſeitigen Verwandtſchaften nach, wovon das eine von dem reinen Fluido mehr, das andere weniger angezogen wird, als nach der entgegengeſetzten Seite.

4. **Magnetiſiret man einen zu langen Stab, ſo entſtehen darauf auf einander folgende Punkte, d. i. Abwechſelungen entgegengeſetzter Pole.** Der Wirkungskreis einer gewiſſen Maſſe der reinen Flüſſigkeit iſt begrenzt. Wenn man daher einen Pol an das Ende eines Stabes bringt, ſo wird ſich die reine Flüſſigkeit von einerley Art nur bis auf einen gewiſſen Punkt erſtrecken, mithin bleibt ſie angehäuft, und wirkt auf die Theilchen, die jenſeits dieſer Grenze liegen, ſo wie es ein beſonderer Pol thun würde.

5. **Wenn man die beiden Pole eines magnetiſchen Stabes von einander trennt, ſo werden die beiden getrennten Hälften des Stabes zwey Magnete, deren Pole wie vorher liegen.** Die reine magnetiſche Flüſſigkeit iſt gegen die Enden des magnetiſirten Stabes verdichtet, und ihre Schichten nehmen immer mehr und mehr ab, je mehr ſie ſich der Mitte des Stabes nähern, wo endlich die Flüſſigkeit aus gemiſchten Theilchen ganz zuſammengeſetzet iſt. Zwey Urſachen hält ſie in dieſer gezwängten Lage; die Verwandtſchaft des Eiſens, welche ſie hindert, ſich zu bewegen, und die wechſelſeitige Anziehung der beiden ungleichartigen Flüſſigkeiten, welche ſich in jedem Pole rein befinden. Aus der Wirkung dieſer Urſachen entſpringt eine Art von Gleichgewicht, und eine Vertheilung der Flüſſigkeit, die ſie beyſammen zu halten fähig iſt. Wenn man die beiden Pole von einander trennt, ſo bleibt zwar die Verwandtſchaft des Eiſens, aber man hebt die Anziehung der ungleichartigen reinen Flüſſigkeit. Es wird alſo das Gleichgewicht geſtört, das reine Fluidum entfernt ſich von allen Seiten, und wird durch das umgebende erſetzet. Weil die Schichten in jedem Pole ungleich ſind, und gleiche oder zu wenig unterſchiedene Quantitäten verlieren, um einen Erſatz nöthig zu machen, ſo dauert ihre vorige Ungleichheit fort, und äußert ſich durch die Phänomene des Magnetismus.

6. **Die Magnetnadel behauptet eine beſtändige, und eine ſolche Richtung, daß ſie immer nach dem-**

demſelben **Pole** der **Welt ein und dasſelbe Ende kehret**. Nach Herrn **Prevoſt** Hypotheſe läßt ſich die Urſache hiervon alſo angeben. Eines von den Elementen der magnetiſchen Flüſſigkeit, befindet ſich in einer größern Menge auf der einen Halbkugel, als auf der andern. Dieſe Urſache iſt hinreichend, und in ſo fern es übrigens gemiſchtes Fluidum gibt, ändert ſie die andern Phänomene nicht. Die weitere Urſache davon iſt nach **Prevoſt** eben diejenige, welche die Ungleichheit der Wärme der beiden Halbkugeln hervorbringt. Es ſey entweder, daß man die Sonne als die Quelle eines der magnetiſchen Elemente anſehe, oder daß die Sonne, indem ſie auf die magnetiſchen Elemente ungleich wirkt, ihre ungleiche Anhäufung in den zweyen Halbkugeln hervorbringe; oder daß man endlich dieſe Vorausſetzungen auf die gemiſchte Flüſſigkeit anwendet, und eine Ungleichheit in den Anziehungen ihrer Elemente zuläſſet, welche die übrigen Phänomene nicht ſtören könnte.

Von der Abweichung der Magnetnadel vermuthet Herr **Prevoſt**, ſie hänge vielleicht von den Bewegungen ab, wodurch die Veränderung der Schiefe der Ecliptik, die Verrückung der Nachtgleichen, das Schwanken der Erdaxe u. dergl. bewirket werde. Hätte es ſeine Richtigkeit, daß der Magnetismus der Erde von den angezeigten Urſachen abhängt, ſo müßten ihn auch gewiſſe Bewegungen der Axe aſſiciren. Die tägliche Abweichung läßt ſich nicht aus der Wirkung der Sonne auf einen innern Magnet, auch nicht aus der Wirkung auf die Eiſenerze erklären, weil die Sonnenwärme nicht zu einer ſolchen hinreichenden Tiefe eindringt, um den Magnetismus des innern Magnets, oder der Eiſenerze zu modificiren; vielleicht könne aber die Sonnenwärme den Zuſtand der magnetiſchen Flüſſigkeit in der Atmoſphäre oder in der äußerſten Oberfläche der Erde abändern.

Alle bisher angeführte Hypotheſen, um die magnetiſchen Erſcheinungen zu erklären, haben wenig Wahrſcheinliches an ſich, indem ſie alle auf Fictionen beruhen, die aus Erfah-

rungen

rungen gar nicht erweislich ſind. Nach **de la Metherie** *) ſoll alles, was wir jetzt mit Sicherheit behaupten könnten, in folgenden beſtehen: 1. es exiſtire eine magnetiſche Flüſſigkeit, ſie ſey nun von welcher Beſchaffenheit, von welcher ſie wolle, und 2) habe dieſe Flüſſigkeit bey der Kryſtalliſation des Erdkörpers und ſeiner verſchiedenen Theile mitwirken müſſen. Auch mache es die Analogie wahrſcheinlich, daß dieſe Flüſſigkeit, ſo wie die elektriſche Materie, als ein Beſtandtheil in die Körper eingehe, jedoch ſelbſt ſchwache analogiſche Gründe ließen vermuthen, daß die magnetiſche Flüſſigkeit der Erde mit andern ähnlichen Flüſſigkeiten, welche ſich vielleicht im Monde, in den Planeten und Kometen, in den Sonnen u. ſ. w. befinden, in Gemeinſchaft ſtänden.

Meiner Meinung nach iſt die Annahme einer oder auch zweyer magnetiſchen Materien gar nicht zu mißbilligen, ſo lange man ſie bloß als eine wiſſenſchaftliche Fiction betrachtet, welche man ſeinen Experimenten und Beobachtungen als Regulativ, nicht aber ſeinen Erklärungen und Hypotheſen als Princip zum Grunde leget. Denn im letztern Falle hätte man doch von weiter nichts geredet, als was man ohnehin ſchon wußte, nämlich daß es irgend Etwas geben müſſe, welches den Magnet magnetiſch macht. Geht man aber weiter, ſo kömmt man zuletzt nothwendig auf carteſiſche Wirbel oder auf Eulers magnetiſche Canäle und Ventile u. dergl. Nach dem dynamiſchen Syſteme müſſen zuletzt alle Erſcheinungen auf zurückſtoßende und anziehende Kräfte zurückgeführet werden. Es käme hier alſo auf die Frage an, ob die magnetiſchen Erſcheinungen durch die Kräfte einer wirklich vorhandenen magnetiſchen Materie erkläret werden müſſen, oder ob ſie vielleicht nur durch Kräfte anderer bekannter Materien genugthuend erkläret werden könnten? Dieſe Frage aber ganz befriedigend zu beantworten, iſt fürjetzt unmöglich; es dünkt mir aber, es komme hierbey zuerſt auf Erfahrungen an, welche uns zuletzt nothwendig hinweiſen müſſen, welche Materien bey Erregung und Zernichtung

tung

*) Theorie der Erde; a. d. Franz. überſ. Leipz. 1797. Th. 1. S. 96.

tung des Magnetismus vorzüglich mit im Spiele ſind. Hierdurch erhalten wir, meiner Meinung nach, ein völliges Recht, die Kräfte ſolcher Materien als die erſten wirkenden Urſachen des Magnetismus ſo lange anzunehmen, bis andere Erfahrungen uns davon abzugehen nöthigen. Nach den oben angeführten magnetiſchen Erſcheinungen ſcheint die Wärme, wo nicht die einzige, aber vorzüglich eine mitwirkende Materie theils zur Hervorbringung, theils auch zur Vernichtung des Magnetismus zu ſeyn; erſteres beſonderes, wenn Eiſen glühend gemacht ungleichförmig abgekühlet wird, und das andere, wenn die Abkühlung des Magnets allmählig und gleichförmig erfolget. Vielleicht iſt die ſogenannte magnetiſche Kraft dem Magnet nur zufällig, und nicht als eine ihm nothwendige, d. i. zu ſeinem Weſen ſelbſt gehörige Kraft zu betrachten. Dieſe Vermuthung erhält durch neuere Entdeckungen, wie ich meinen ſollte, einige Wahrſcheinlichkeit, da man nämlich im vollkommen reinen Kobaltkönig magnetiſche Kraft erregen kann, und ſelbſt der Herr **von Humboldt** eine ſo auffallende Polarität im Serpentinſtein, ohne allen eingeſprengten Magnetſtein, in der Natur entdecket hat. Wir wiſſen, daß der Magnet kein urſprüngliches Naturprodukt iſt, daß er mehrere Stufen der Bildung durchgehen mußte, ehe aus ihm ein Magnet wurde, und daß wahrſcheinlich bey ſeiner Bildung die größten wirkenden Kräfte der Natur, Feuer und Wärme, eine vorzügliche Rolle ſpielten. Andere Beobachtungen machen es wahrſcheinlich, daß der Grund der magnetiſchen Eigenſchaften wohl in der urſprünglichen Bildung des Eiſens und des Magnets zu ſuchen iſt; daß der Magnet wohl nichts anders iſt, als unvollkommenes Eiſen, welches im Innern der Erde ungleichförmig ausgebildet wurde, und in welchem vielleicht gewiſſe Grundſtoffe, oder Kräfte, welche im Eiſen ruhen, nicht zur Ruhe gekommen ſind u. ſ. w. Wahrſcheinlich wird in der Folge der Zeit die wahre Urſache des Magnetismus noch entdecket werden, wenn man ſich nur bemühet, mehrere Unterſuchungen,

als

als bisher geſchehen iſt, über die magnetiſchen Kräfte anzuſtellen.

Beſonders merkwürdig iſt die Aehnlichkeit des Magnetismus mit der Elektricität, welche man beym **Muſſchenbroek**[α]), **Aepinus**[β]), **Cigna**[γ]) und den Verfaſſern der bayerſchen Preisſchriften für die Jahre 1774 und 1776. **Steiglehner** und **Hübner**, welche der Herr **van Swinden**[δ]) vermehrt ins Franzöſiſche überſetzet hat, aus einander geſetzet findet. Verſchiedene haben ſich verleiten laſſen, dieſer Aehnlichkeit wegen den Magnetismus und die Elektricität von einerley Urſachen abzuleiten. Wahrſcheinlich ſind aber dieſe Aehnlichkeiten nur allgemeine Geſetze der Wirkungsart mehrerer elaſtiſchen Flüſſigkeiten. Daher hat auch ſchon **Aepinus** ganz richtig bemerket, daß man zwar jeder magnetiſchen Erſcheinung eine elektriſche, aber nicht umgekehrt, jeder elektriſchen eine magnetiſche entgegenſetzen könne. Es findet ſich daher viel Unähnliches zwiſchen dem Magnetismus und der Elektricität, wie **Franklin**[ε]), **Lichtenberg**[ζ]) und beſonders von **Swinden** zeigen. **Schillings**[η]) Beobachtungen über den Zitteraal, nach welchen die Erſchütterungen dieſes Fiſches mit dem Magnet zuſammen zu hängen ſcheinen, ſind von **Jngenhouß** und **Spallanzani** ganz und gar unrichtig befunden worden.

Was kürzlich die Geſchichte des Magnets betrifft, ſo iſt der natürliche Magnet ſchon längſt den Alten bekannt geweſen. Jn dem Gedichte von den Steinen (Λιθικα), welches den Nahmen des **Orpheus** führet, allem Vermuthen nach aber von **Onomakrit**, einem Athenienſer zu den Zeiten

α) Introduct. ad philoſoph. natural. §. 996.

β) Nov. commentat. Petropol. To. X. p. 296.

γ) Miſcellan. Taurinenſ. To. I. überſ. im neuen hamburgiſchen Magazin B. VI. S. 35.

δ) Recueil de mémoires ſur l'analogie de l'électricité et du magnétiſme par *van Swinden* III. Tomes. à la Haye 1784. 8.

ε) Lettre à Mſ. *Barbeu Dubourg*; in *Sigaud de la Fond* précis des phénomenes électriques. Paris 1781. 8.

ζ) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre §. 569. Anmerk.

η) Nouvel. mémoir. de l'Acad. de Pruſſe. 1770. p. 68.

ten des Piſiſtratus herrühret, wird ſeiner bereits unter dem Nahmen Μαγνήτης erwähnet, welchen er von der Stadt Magneſia in Lydien, wo er vielleicht zuerſt iſt gefunden worden, erhalten haben ſoll. Vom **Theophraſt** und vom **Plato** wird er Ἡρακλεῖα λίθος genannt, welcher Nahme vermuthlich daher rühret, weil nach dem Zeugniß eines ältern Schriftſtellers beym **Euſtathius** die Stadt Magneſia in Lydien auch Heraclea hieß. Beym **Ariſtoteles** wird er einige Mahl vorzugsweiſe ἡ λίθος genannt, ſpätere Schriftſteller führen ihn unter den Nahmen (μαγνήσια, μαγνῆσσα, σιδηρίτης, σιδηραγωγὸς) an.

Wegen der anziehenden Kraft, welche der Magnet gegen das Eiſen zeiget, iſt er beſtändig ein Gegenſtand der Verwunderung geweſen, und **Plinius** α) ſpricht hiervon mit Erſtaunen: "quid lapidis rigore pigrius? ecce ſenſus manusque tribuit illi natura. Quid ferri duricie pugnacius? ſed cedit et patitur mores. Trahitur namque a Magnete lapide, domitrixque illa rerum omnium materia ad inane neſcio quid currit, atque vt propius venit, aſſiſtit, teneturque et complexu haeret." Außerdem hatte man auch ſchon das Abſtoßen, die Wirkung der magnetiſchen Kraft auf das Eiſen auch durch Dazwiſchenkunft anderer Körper und die Mittheilung des Magnetismus bemerket, wie **Lucrez** β) anführet. Was hingegen die Polarität des Magnets anbetrifft, ſo findet man hiervon bey den Alten gar keine Erwähnung; wahrſcheinlich iſt dieſe zufälliger Weiſe und gewiß nicht vor dem 13ten Jahrhunderte, vielleicht erſt im 14ten nach Chriſti Geburt entdecket werden. M. ſ. **Compaß**. Durch dieſe Entdeckung aber, welche vorzüglich für die Schifffahrt ſo wichtig war, ward der Magnet ein Gegenſtand der allgemeinen Bewunderung. Der Gebrauch, welchen die Seefahrer von den Magneten machten, veranlaßte auch die ſo wichtige Erfindung von der Abweichung der

α) Hiſtoria natural. lib. XXXVI. cap. 16.
β) De rer. nat. VI. verſ. 1400.

der Magnetnadel (vielleicht aber erſt im 16ten Jahrhunderte). Alle übrige Unterſuchungen aber, welche vorzüglich zur Kenntniß der Natur des Magnets abzweckten, wurden zur damahligen Zeit gänzlich vernachläſſiget, indem man bloß die magnetiſchen Erſcheinungen als eines der größten Geheimniſſe der Natur betrachtete, wodurch man deſto mehr veranlaſſet wurde, dem damahligen herrſchenden Aberglauben von der geheimen Antipathie und Sympathie der Natur größern Eingang zu verſchaffen.

Der erſte, welcher die magnetiſchen Erſcheinungen in ein Syſtem zuſammen brachte, war **William Gilbert**, ein engliſcher Arzt *a*). Er legte hierbey den Magnetismus der Erde zum Grunde, indem er dieſelbe ſelbſt als einen großen Magnet betrachtete, zu dem Ende verfiel er auch auf die kugelförmigen Magnete, welche er **Terrellen** nennt, indem er in der Meinung ſtand, mit dieſen mehr auszurichten, als bey andern Formen der Magnete, worin er ſich aber, wie die Folge bewies, getäuſchet hatte. Indeſſen hatte er einen richtigen Begriff von den freundſchaftlichen und feindſchaftlichen Polen des Magnets und unſerer Erde erhalten, und gleichſam den Grund gelegt, auf welchen die nachfolgenden Naturforſcher bauen konnten. **Kepler** machte von dieſer magnetiſchen Philoſophie in der Aſtronomie Gebrauch, trieb aber ſeine lebhafte Einbildungskraft dabey oft zu weit. Eben dieſes Syſtem wurde mit einigen Zuſätzen von **Nicolaus Cabeus** *b*) vorgetragen, welcher zuerſt des Magnetismus des Eiſens erwähnet, und alles aus ein- und ausſtrömenden Materien erklärte. **Kircher**, **Schott**, **de Lanis** haben verſchiedene Beobachtungen über den Magnetismus geſammelt, und mancherley Kunſtſtücke angegeben, welche ſich mit Hülfe des Magnetes machen laſſen. Die damahligen Kenntniſſe von Magneten waren jedoch durch eine Menge fabelhafter Mährchen verunſtaltet.

Carte-

a) De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure, phyſiologia noua. Lond. 1600. fol.

b) Philoſophia magnetica. Ferrar. 1629.

Carteſius war der erſte, welcher eine Urſache von den magnetiſchen Erſcheinungen anzugeben ſich bemühete, indem er einen doppelten Wirbel einer magnetiſchen Materie behauptete, aus welchem er alle magnetiſche Phänomene zu erklären ſuchte. Seit dieſer Zeit hat man faſt allgemein eine magnetiſche Materie angenommen, ohne auch nur über die Beſchaffenheit und Wirkungsart der materiellen Urſache des Magnets einen Schritt weiter gekommen zu ſeyn. Weit nützlicher waren die Experimentalunterſuchungen, wozu die florentiner Akademie del Cimento, und bald nachher die gelehrten Geſellſchaften zu Paris und London Veranlaſſung gaben. Alle dieſe Erfahrungen hat **Muſſchenbroek** [α]) geſammelt, und mit eigenen vermehret. Zu dieſer Zeit entdeckte auch **Vallemont** [β]) einen urſprünglichen Magnetismus in der Spitze des Kirchthurmes zu Chartres. Auch unternahm es **Halley**, eine Theorie von der Abweichung der Magnetnadel zu entwerfen, welche mit vielem Beyfall aufgenommen wurde.

Die Hypotheſe des **Carteſius** verbeſſerte zuerſt **Dalencé** [γ]), indem er den doppelten Wirbel in einen einfachen, und die ſchraubenförmigen Gänge in Canäle mit Faſern verwandelte. **Du Fay, Euler** und **du Tour** haben dieſen Gedanken weiter ausgeführet, da im Gegentheil **Johann** und **Daniel Bernoulli** den doppelten Wirbel wieder behauptet haben.

Eine der wichtigſten Entdeckungen des achtzehnten Jahrhunderts iſt die urſprüngliche Erregung und die außerordentliche Verſtärkung der magnetiſchen Kraft in den künſtlichen Magneten. Der Herr von **Reaumür** [δ]) ſtellte zuerſt Beobachtun-

α) Diſſ. phyſ. exper. de magnete; in ſ. diſſ. phyſ. et geomet. Lugd. Bat. 1729. 4. N. 1.

β) Deſcription de l'aimant, qui s'eſt formé à la pointe du clocher neuf de Notre-Dame de Chartres. Par. 1692.

γ) Traité de l'aimant. Amſt. 1687. 8.

δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. Paris 1729.

obachtungen über die Mittel an, das Eiſen ohne Gebrauch eines Magnetes zu magnetiſiren, und **du Fay** ſetzte ſelbige in den Jahren 1728. 1730. 1731 fort. Gewöhnlich wird **Servington Savery** [α]) als der erſte angeführet, welcher Mittel angegeben hat, die magnetiſche Kraft des erhärteten Stahls durch eine Art des Streichens beträchtlich zu verſtärken. Nachher haben **Marcel, Knight, Mitchel, Canton** und **Antheaulme** mehrere dergleichen Methoden, die bereits oben angeführet ſind, angegeben.

Noch größere Erweiterungen erhielt die Lehre des Magnetismus durch die Entdeckung der Aehnlichkeit mit der Elektricität, wodurch die Syſteme der magnetiſchen Wirbel ſehr zweifelhaft gemacht wurden. **Aepinus** [β]) nahm, wie **Franklin** bey der Elektricität, nur eine magnetiſche Materie an, und ſuchte daraus die Geſetze des Magnetismus zu entwickeln; **Brugmanns** und **Wilke** [γ]) aber leiteten dieſe aus der Annahme zweyer magnetiſchen Materien her; da hingegen **van Swinden** gar keine magnetiſche Materie nöthig zu haben glaubt. Seine mannigfaltigen Verſuche haben vieles Licht über den Magnetismus verbreitet.

In einer ganz neuen Geſtalt trug endlich **Cavallo** [δ]) die Lehre vom Magnet kurz und lehrreich vor, und in den neuern Zeiten hat vorzüglich Herr **Coulomb** durch Entdeckung einiger wichtigen Geſetze der magnetiſchen Kräfte die Lehre vom Magnet in einer eigenen Abhandlung ſehr bereichert. Kunſtſtücke mit verſteckten Magneten, worin es beſonders **Comus** in Paris

α) Magnetical obſeruat. and experim. in Philoſoph. tranſact. num. 414. art. 1.

β) Sermo acad. de ſimilitudine vis elect. et magnet. Petropol. 1758. 4. überſ. im hamburgiſch. Magazin B. XXII. S. 227. ingl. tentamen theoriae electric. et magnetiſmi. Petropol. 1759. 4.

γ) Schwed. Abhandl. vom Jahr 1766. im 28 B. der deutſch. Ueberſ.

δ) Treatiſe on magnetiſm in theory and pract. Lond. 1787. 8. maj. überſ. Leipz. 1788. 8.

ris ſehr weit gebracht hat, beſchreiben **Guyot** [a]) und **Wiegleb** [b]).

M. ſ. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. Abſchn. XI. §. 553 u. f. **Karſtens** Anleitung zur gemeinnütz. Kenntniß der Natur; Abſchn. XXI. **Tiber. Cavallo** Abhandlung vom Magnetismus a. d. Engl. 1788. 8.

Magnetismus (magnetismus, magnétisme) heißt der Inbegriff aller magnetiſchen Erſcheinungen, oder auch der Zuſtand eines Körpers, worin er dieſe Erſcheinungen zeiget. Man war ſonſt der Meinung, daß der natürliche Magnetismus ganz allein dem Magnete zukomme. Allein der Herr **von Humboldt** hat ihn auch ſehr auffallend in einem Geſteine, dem Serpentinſtein, in welchem gar kein Magnetſtein eingeſprengt iſt, entdecket. Was den künſtlichen Magnetismus betrifft, ſo iſt dieſer entweder **mitgetheilter**, wenn man ſich zur Veranſtaltung anderer natürlicher Magnete bedienet hat, oder **urſprünglicher**, wenn man allein den der ganzen Erdkugel eigenen Magnetismus zur Erregung desſelben gebrauchet hat. Man war auch ſonſt in der Meinung, daß dem Eiſen allein Magnetismus mitgetheilet werden könne, allein die Erfahrung hat bewieſen, daß auch im ganz reinen Kobaltkönig ein dauernder Magnetismus erreget werden könne.

Vor etwa einigen 20 Jahren hat man von dem Einfluſſe des Magnetes auf Heilung der Krankheiten viel geſprochen, wodurch der Nahme **thieriſcher Magnetismus** veranlaſſet wurde. Herr **D. Meßmer** in Wien wollte beobachtet haben, daß die magnetiſche Materie mit der elektriſchen faſt einerley ſey; daß ſie eben ſo wie dieſe durch die Körper könne fortgepflanzet werden. Er will gefunden haben, daß nicht allein der Stahl geſchickt ſey, die magnetiſche Kraft anzunehmen, er will Papier, Brot, Wolle,

[a]) Phyſikal. und mathemat. Beluſtigungen Th. I.
[b]) Natürliche Magie S. 67 — 132.

Wolle, Seide u. dergl. kurz alles, was er nur berührte, magnetiſch gemacht, ja auch Flaſchen mit der magnetiſchen Materie geladen haben, wie man ſie ſonſt mit der elektriſchen Materie ladet. Er will die ſchwerſten convulſiviſchen Krankheiten, das Blutſpeyen, eine vom Schlagfluſſe zurückgebliebene Lähmung, ein von Zorn verurſachtes Zittern, und alle andere ihm vorgekommene hypochondriſche und hyſteriſche Zufälle durch den thieriſchen Magnetismus geheilet haben. Er ſchreibet beſonders ſeinem eigenen Körper einen ſolchen Magnetismus zu, daß er durch bloßes Berühren mit ſeiner Hand, ja wohl gar ohne Berührung, wenn er ſich nur einer zu convulſiviſchen Zufällen geneigten Perſon näherte, bald die heftigſten convulſiviſchen Zufälle erreget, bald wieder gelindert hat *).

Nach **Kirchers** Bericht haben ſchon **Galenus**, **Dioſcorides** und **Avicenna** dem Magnet die Kraft zugeſchrieben, die dicken Säfte im menſchlichen Körper zu verbeſſern; auch ſoll er äußerlich am Halſe getragen die Krämpfe heilen und Nervenſchmerzen lindern. Auch hat man ihn in den neuern Zeiten als ein Heilungsmittel wider die Zahnſchmerzen und wider den Magenkrampf angeprieſen. So allgemein aber auch die Aufmerkſamkeit in dieſer Abſicht auf den Magnet gerichtet war, ſo verlor ſie ſich doch ſehr bald wieder, weil man keine Regeln finden konnte, unter welchen Umſtänden man vom Gebrauch des Magnetes mit Sicherheit Hülfe erwarten könne. Auch iſt Herr **Meßmer** mit ſeinem thieriſchen Magnetismus vom Schauplatze, den er nachher nach Frankreich verleget, und ſich daſelbſt viele Anhänger verſchafft hatte, die ſelbſt den thieriſchen Magnetismus wiſſenſchaftlich zu behandeln ſuchten, abgetreten.

D. **Ingenhouß** bedienet ſich über die Vorgänge des Herrn **Meßmer** in Wien folgender Ausdrücke †): Ich weiß

*) Sammlung der neueſten gedruckten und geſchriebenen Nachrichten von Magnetcuren, vorzüglich der meſmeriſchen. Leipz. 1788.

†) Vermiſchte Schriften. Th. I. S. 411.

weiß keine ſichere Thatſache, welche beweiſet, daß die magnetiſche Kraft auf die thieriſche Haushaltung einigen Einfluß habe. Das, was ich ſelbſt zu ſehen Gelegenheit hatte, und welches am meiſten Geſchrey machte, und gewiſſen, übrigens einſichtsvollen Perſonen das größte Vertrauen einflößte, hat, im Grunde unterſucht, mich dergeſtalt entfernet, ihm jemahls den mindeſten Glauben beyzumeſſen, daß es ſogar die Möglichkeit, in Zukunft ähnliche Fälle, von welchem Anſehen ſie auch unterſtützet werden möchten, zu glauben, in mir vertilget hat.

Magnetnadel (acus magnetica, verſorium, aiguille aimantée). Dieſen Nahmen haben dünne ſtählerne Nadeln oder lange dünne Platten, denen der Magnetismus iſt mitgetheilet worden, und welche frey ſich ſelbſt überlaſſen mit ihren beiden Enden gegen die magnetiſchen Pole der Erde gerichtet ſind, und dadurch zur Erforſchung der Weltgegenden dienen. Die Erfahrung hat zwar gelehret, daß die frey ſpielende Nadel an allen Orten der Erde nicht genau in die Mittagslinie derſelben fällt, mithin die Pole derſelben nicht die wahren Pole der Erde anzeigen; auch hat ſie ferner gezeiget, daß die Nadel genau im Schwerpunkte aufgehangen nie in eine wagrechte Lage kömmt, ſondern mit dem einen Ende ſich gegen den Horizont neiget. Allein dieſe Umſtände werden hier nicht in Betrachtung gezogen, indem eigne Artikel davon handeln, **Abweichung** und **Neigung der Magnetnadel**. Der gegenwärtige Artikel ſoll allein von der vortheilhafteſten Form, der Methode ſie zu beſtreichen und ſie aufzuhängen, Unterricht ertheilen.

Die Magnetnadeln werden am beſten aus dem feinſten und härteſten Stahle verfertiget. Durch das Härten wird aber dem Stahle, beſonders wenn er dünn und lang iſt, oft ſeine Geſtalt geändert, indem er ſich krumm ziehet; daher iſt es anzurathen, die Magnetnadel beym Feilen etwas breiter zu laſſen, als nöthig iſt, und ſelbiger nach dem Härten die gehörige Geſtalt oder Form durchs Abſchleifen zu geben. Gewöhnlich bringt man die Nadeln nur auf die

blaue Federhärte. Es hat aber die Erfahrung gelehret, daß dergleichen Nadeln den Magnetismus zwar ſchnell annehmen, aber ihn auch gar bald verlieren. Nach dem Vorſchlage des Herr **Coulomb** iſt das ſogenannte engliſche Stahlblech hierzu am beſten zu gebrauchen. Uebrigens muß die Magnetnadel leicht, gerade, ohne alle Zierathen und ſchmal ſeyn. Man darf an ſelbiger keine hervorragenden Theile und unregelmäßige Verzierungen antreffen, indem ſonſt oft ihre Pole nicht genau in ihre Axe fallen, welches aber das erſte Erforderniß einer guten Magnetnadel iſt.

Man hat immer geglaubt, daß die vortheilhafteſte Form der Magnetnadeln ein Parallellogramm ſey; allein Herr **Coulomb** hat gefunden, daß die pfeilförmige Geſtalt vor allen ändern den Vorzug habe. Es hat ihn nämlich die Erfahrung belehret, daß ein ſolches geſtaltetes Blech bey gleichem Gewichte, gleicher Länge und Dicke ein größeres magnetiſches Moment hat, als das Blech, welches die Form eines rechtwinkligen Parallellogramms beſitzet. Noch weiter hat Herr **Coulomb** gefunden, daß vom Zuſtande der ſtärkſten Härtung der Magnetismus zunimmt durch alle Grade des Anlaſſens bis zu dem ganz dunkeln Roth, und daß der Magnetismus hernach wieder abnimmt, je größer die Hitze iſt, wobey der Stahl angelaſſen wird; endlich, daß das magnetiſche Moment in einem Parallellogramm von gleicher Dicke und Länge, aber doppelt ſo großer Breite, als in einem andern, nicht doppelt ſo groß iſt. Die Länge der gewöhnlichen Nadeln zu Seecompaſſen beträgt 4 bis 5 Zoll, ſonſt iſt ſie aber beträchtlich größer. Um die Pole ſicherer in die Axe zu bringen, gibt **Cavallo** den Rath, die Nadeln nicht breit, ſondern etwas dicker zu machen, wenn man ihnen ja mehr Maſſe geben will.

Den Magnetnadeln kann der Magnetismus ſowohl durch armirte künſtliche als auch natürliche Magnete vermittelſt des **einfachen** oder **Doppelſtrichs** mitgetheilet werden. M. ſ. **Magnet**. Nach der von D. **Knight** angegebenen Methode laſſen ſich die Magnetnadeln auf folgende Art am

ſtärkſten

ſtärkſten magnetiſiren. Man bringt zwey ſtarke künſtliche Magnetſtäbe in eine gerade Linie mit den freundſchaftlichen Polen zuſammen, ſetzt mitten auf dieſelben da, wo ſie ſich berühren, die in ihrer Mitte durchlöcherte Nadel auf, befeſtiget dieſelbe ſo, daß ihre beiden Hälften längs der beiden an einander gelegten künſtlichen Magnetſtäbe ſich befinden, und zieht alsdann beide Stäbe ſo aus einander, daß ſie langſam unter den beiden Hälften der Nadeln hingehen. Bringt man hiernächſt die beiden Stäbe von der Seite her wieder unter die Nadel und verfähret wie vorher, ſo kann man der Magnetnadel eine ſtarke Kraft mittheilen. Die Methode, die Magnetnadeln am beſten zu magnetiſiren, iſt nach den Erfahrungen des Herrn **Coulomb** unter dem Artikel, **Magnet**, angezeiget worden. Uebrigens hat auch Herr **Coulomb** gefunden, daß eine Magnetnadel nur eines gewiſſen Grades des Magnetismus fähig iſt, welcher nicht überſchritten werden kann, ſo ſtark auch die Magnete ſind, womit ſie magnetiſiret wird.

Eines der hauptſächlichſten Forderniſſe einer gut magnetiſirten Nadel iſt, daß ſie ſich ganz frey in horizontaler Lage drehen könne. Gewöhnlich macht man die Einrichtung ſo, daß die Nadel in der Mitte durchbohret wird; hiernächſt wird in die Oeffnung ein Stück Meſſing gepaſſet, welches eine koniſche Aushöhlung erhält, worin die Nadel auf einem ſpitzigen Stifte ruhet, ſo daß ſie ſich ganz frey horizontal herum beweget. Statt dieſes ſogenannten Meſſinghütchens gebrauchet man einen kleinen Hut von Achat, auf welchem die Nadel ein noch leichteres und freyeres Spiel erhält.

Cavallo führet eine Methode an, die Nadeln aufzuhängen, nach einigen Seecompaſſen, welche D. **Lind**, Arzt in Windſor, mit aus China gebracht hatte. Die fig. 98. ſtellt die Nadel ſo vor, daß das Auge in der verlängerten Richtung derſelben ſteht, die fig. 99. aber zeigt ſie von der Seite. Das dünne leichte meſſingene Hütchen i beſitzet gegen den Rand zu ein Paar einander entgegenge-

ſetzte Löcher. b b iſt ein dünner Streif Meſſing, am obern Theile bey a wie ein Ring geſtaltet, durch welchen die Magnetnadel c d hindurchgehet. Die äußern Enden dieſes Meſſingſtreifs gehen durch die Löcher am Rande des Hütchens i und ſind durch Umbiegung über den Rand daran befeſtiget. Die Nadel ſelbſt iſt ein ſtählerner cylindriſcher Draht von 1 Zoll Länge und $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmeſſer, halb roth und halb ſchwarz, um den Süd- und Nordpol zu unterſcheiden. Alles dieß ruht auf einem ſpitzigen Stifte, auf welchem es ſich frey herumdrehen kann. Die Nadel liegt zwar etwas über dem Umdrehungspunkte; weil ſie aber ſehr leicht iſt, und überdem das meſſingene Hütchen mit dem meſſingenen Streif weit herunter gehet, ſo fällt doch der Schwerpunkt des Ganzen unter dieſer Punkt, daß alſo die Nadel beſtändig in horizontaler Lage erhalten wird. Auch wird ſie noch durch das dünne meſſingene Blatt f g, das bey b b durchlöchert iſt, gehalten.

Bey dieſen Methoden, die Magnetnadel vermittelſt eines Hütchens auf einer feinen Spitze frey ſpielen zu laſſen, findet alle Mahl eine kleine Friktion Statt; daher wird ſie für ſehr geringe Grade der Anziehung unempfindlich bleiben. Gleichwohl aber erfordert öfters die Abſicht, auch dieſe ſehr geringe Anziehung bemerkbar zu machen. Dieſerwegen muß die Nadel ſo viel als möglich frey aufgehangen werden. Nach verſchiedenen Verſuchen fand **Cavallo** hierzu eine Kette von Pferdehaaren ſehr bequem, welche etwa aus 5 bis 6 Gliedern beſtand, und an welcher die Nadel hing. Ein jedes Glied hat ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer und die Enden jedes Stückchens Haar, aus welchem ein Ring gemacht worden, ſind mit einem Knoten zuſammengebunden, und mit Siegellack befeſtiget. Das oberſte Glied wird an einen Stift aufgehangen, und in das untere etwas feiner Silberdraht, woran ein Häkchen gebogen iſt, eingehängt. Dieſer Draht iſt ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, und mit dem untern Ende um ein kleines cylindriſches Stückchen

Kork

Kork gebunden, durch welches eine magnetiſirte Nehnadel geſtecket wird.

Eine andere Methode, die Magnetnadel frey aufzuhängen, hat Herr **Bennet** *) angegeben. Er gebrauchet hierzu einen Faden von dem Geſpinnſte einer Creuzſpinne, an welchem er eine kleine magnetiſirte Nehnadel aufhängt. Die Vorzüge dieſer Methode vor andern beſteht darin, daß auch bey der ſtärkſten Drehung eines ſolchen Fadens gar kein Zurückdrehen erfolget, wie Herrn **Bennet** Verſuche belehret haben. Er befeſtigte einen Faden von 2½ Zoll Länge an der Spindel eines Spinnrades; nachdem nun das Rad desſelben 1800 Mahl umgedrehet wurde, und dadurch der Faden beynahe um 1 Zoll verkürzet ward, ſo fand ſich, daß bey allen dieſen Umdrehungen das Ende des Fadens, wenn man es frey ließ, auch nicht im mindeſten ſich zurückdrehete. Die daran aufgehangenen leichten Körper waren gegen die geringſte Bewegung ſo empfindlich, daß ſchon der ſchwächſte Luftſtrom, welchen die Nähe eines warmen Körpers verurſachte, ſie aus ihrer Ruhe brachte. Herr **Bennet** hing an dieſem Faden etwas ſehr leichtes, z. B. Diſtelwolle, in einem Glascylinder von 2 Zoll Durchmeſſer auf, und näherte demſelben von außen eine Flaſche mit warmen Waſſer. Der Cylinder ſelbſt befand ſich in einem warmen Zimmer, gleichwohl aber kam die Diſtelwolle durch Annäherung der warmen Flaſche in Bewegung, und ſchien gleichſam von ihr zurückgeſtoßen zu werden, welches von dem ſchwachen Luftzuge herrührte, welchen die Wärme unter dem Cylinder erregte.

Damit nun eine an einem ſolchen Faden aufgehängte Nadel durch die Bewegung der Luft keine Störung leide, und man die zu prüfenden Subſtanzen der Spitze unter rechten Winkeln gegen die Nadel nähern könne, ſchlägt **Bennet** folgenden Apparat vor. Ein Rahmen von Mahagonyholz, 6½ Zoll hoch und 5½ Zoll breit, wird in der Mitte

*) Philoſoph. transact. for the year 1792. Vol. LXXXII. P. I. p. 81. ſqq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 355.

auf ein Bodenſtück von eben dem Holze, $5\frac{1}{2}$ Zoll ins Gevierte und 1 Zoll dick, in eine vertikale Stellung gebracht. An einer Seite des Rahmens befindet ſich eine Glasſcheibe, und an der andern Seite Schreibpapier, Goldſchlägerhaut oder eine andere dünne Subſtanz, beide vertikal, etwa in einer Diſtanz von $\frac{1}{2}$ Zoll einander gegen über ſtehend. Durch ein Holz im obern Querſtück des Rahmens geht eine Schraube, von deren unterem Ende die 3 Zoll lange Magnetnadel aus dem dünnſten ſtählernen Clavierdrahte gemacht, an einem ebenfalls drey Zoll langen Spinnenfaden herabhängt. Das Holz mit der Schraube iſt in das Querſtück ſo eingefalzt, daß man es am Schraubenkopfe ganz heraus heben kann. Unten bey der Nadel ſind etwa 10 Grade eines Kreiſes auf ein elfenbeinernes Blatt gezeichnet, welches inwendig an der Seite des Rahmens feſt gemacht iſt. An den Nordpol der Magnetnadel iſt ein dünnes Borſtenhaar mit Firniß angeklebt, welches etwa $\frac{1}{8}$ Zoll hervorraget, und die Grade auf dem Elfenbeine zeiget. Um die Mitte der Nadel wird ein dünner Golddraht gewunden, deſſen aufwärts ſtehendes Ende an den Spinnenfaden befeſtiget iſt.

Ein zum Aufhängen ſchicklicher Spinnenfaden wird vermittelſt eines gabelförmigen Reiſes, deſſen Zweige mit den beiden Enden etwa 6 Zoll weit von einander abſtehen, da, wo man ihn findet, abgenommen. Man beſtreicht nämlich die Enden der Zweige mit Firniß, und bringt ſie an den Faden, der darin hängen bleibt. Man kann auch ſolche Reiſer dahin ſtellen, wo die Spinnen nicht geſtöret werden, da ſie ihre Fäden bald anſpinnen.

Das Reiß ſteckt man nun mit den daran hängenden Fäden auf, taucht den Golddraht in Firniß, und bringt ihn an das untere Ende des Spinnenfadens, wo er anklebet, und mit der Nadel daran herabhängt. Auch die Spitze der Schraube wird in Firniß getaucht, und an das obere Ende des Fadens angeklebet, worauf alsdann die Nadel durch die Oeffnung im obern Theile des beſchriebenen Apparates

rates bis auf den elfenbeinernen Gradbogen herabgelaſſen werden kann. Beſitzen beide Seiten des Rahmens Glasſcheiben, ſo läßt ſich der Raum mit einer durchſichtigen Flüſſigkeit, als Weingeiſt, Terpentinöl ausfüllen, damit ſich die Nadel mit deſto größerer Sicherheit bewege, und die Wärme darauf keinen Einfluß habe.

Eine andere Art der Aufhängung von größern Magnetnadeln, welche zur Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel beſtimmt waren, beſchreibet **Caßini** *). Die Magnetnadel hatte eine Länge von 1 Fuß 1¼ Linien, ihre Dicke war, 0,8 Linien, und die Entfernung des Aufhängepunktes vom Ende der Nadel 9 Zoll 1 Linie; das Gewicht der Nadel, Aufhängehaken und Gegengewicht mit gerechnet, betrug 4 Unzen 2¼ Grän. Die Methode, welche **Caſſini** gebrauchte, iſt die, welche **Coulomb** ſchon im Jahre 1777 vorgeſchlagen hatte, die Nadel nämlich an einem ungezwirnten Seidenfaden von 15 bis 20 Zoll Länge, in welchem vorher alle Drehung iſt vernichtet worden, aufzuhängen. Nachdem er das Gewicht der Nadel gefunden hatte, beſtimmte er durch ein Bleyſtück von dem nämlichen Gewichte die Anzahl der Seidenfäden, welche hinreichend waren, ſelbiges ohne Zerreißung zu tragen. Hierauf knüpfte er alle dieſe Fäden an beiden Enden etwa in der Länge von 2 Fuß zuſammen, und hing an jedes Ende einen Haken. Die Seidenfäden wurden mit dem obern Haken an einen feſten Ring aufgehangen, und an das untere ein Bleyſtück, welches nur 1 Unze wog, angebracht. Nach Verlauf einer Stunde that er ein zweytes Stück von einer Unze hinzu u. ſ. f. Nachdem nun das nach und nach zugebrachte Gewicht zuſammen 4½ Unzen, mithin mehr als die Nadel wog, ſo ließ er alles 24 Stunden lang in dieſem Zuſtande, und zog ſie alsdann, um alle Fäden zuſammen in einen einzigen zu vereinigen, verſchiedene Mahl ihrer ganzen Länge nach durch ſeine mit Gummiwaſſer benetzten Finger. In dieſem

*) Journal de phyſique 1792. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 437 f.

dieſem Zuſtande ließ er den Faden abermahls 24 Stunden, worauf er ihn alsdann noch zwiſchen den mit etwas Talg beſtrichenen Fingern durchgehen ließ, um den Einfluß der Feuchtigkeit darauf zu vermindern. Nach dieſer Vorbereitung des Fadens ward er in der nöthigen Länge in dem dazu eingerichteten Gehäuſe an einen Haken aufgehängt. Ehe nun noch die Magnetnadel daran kam, wurde zuvor ein gleich ſchweres Stück Bley angehängt, und nach Verlauf einiger Zeit die Stellung unterſuchet, welche der untere Haken erhalten hatte; hiernächſt wurde vermittelſt einer am obern Haken im Geſtell angebrachten Schraube dem Faden die gehörige Richtung gegeben, damit ſich die aufgehängte Nadel, wenn ſie ihre magnetiſche Direction annahm, nicht drehete. Auf dieſe Art, meint **Caſſini**, ſey es unmöglich, daß wegen der Drehung des Fadens Hinderniſſe Statt finden könnten.

Von der Einrichtung der Magnetnadel zum Gebrauche bey der Schifffahrt und zu den Beobachtungen der Abweichung und Neigung der Magnetnadel findet man das Nöthigſte unter den Artikeln, **Compaß, Abweichung, Neigung der Magnetnadel.**

Bey den Beobachtungen der Magnetnadel muß alles Eiſen entfernet werden. Außerdem aber hat man auch Erfahrungen, daß andere äußere Urſachen auf den Stand der Nadel Einfluß haben. So hat man Beobachtungen gemacht, daß Hitze, Froſt, atmoſphäriſche Elektricität, Blitz, Nordlicht u. dergl. oftmahls große Wirkungen auf die Magnetnadel hervorbringen. Verſchiedene darüber angeſtellte Beobachtungen, beſonders in Anſehung der Elektricität und des Nordlichtes, haben **Hemmer** [α]) und **Needham** [β]) mitgetheilet.

M. ſ. **Cavallo** theoretiſche und praktiſche Abhandlung der Lehre vom Magnete. A. d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 89 ſ.

Magne-

α) Commentat. Academ. Theodoro-Palat. Vol. VI. 1790. 4. p. 14.
β) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VIII. St. 1. S. 103 f.

Magnetometer (magnetometrum, magnétomètre) iſt eine von dem Herrn de Sauſſüre erfundene Vorrichtung, um damit die Kraft zu beſtimmen, womit Magnete an verſchiedenen Orten das Eiſen anziehen.

Es ſchien dem Herrn **de Sauſſüre** ſehr wichtig, zu erfahren, ob die magnetiſche Kraft an verſchiedenen Orten veränderlich ſey, indem nach ſeinem Urtheile Entdeckungen dieſer Art vielleicht Aufklärungen in der phyſikaliſchen Theorie des Magnets geben, und das Geſetz, nach welchem die Veränderungen der magnetiſchen Richtungen erfolgen, beſtimmen könnten. Vorzüglich wichtig aber ſchien es ihm zu entdecken, ob man die magnetiſche Kraft auf hohen Bergen eben ſo abnehmend finden werde, als die Schwere, welche mit wachſender Entfernung von der Erde immer geringer wird.

Zuerſt kam er auf den Gedanken, das größte Gewicht, welches ein gewöhnlich bewaffneter Magnet in der Pläne tragen kann, zu beſtimmen, und nachher eben dieſen Verſuch auf dem Berge von neuem anzuſtellen. Allein er fand dieſe Methode viel zu unſicher, indem viel dabey auf die Berührungspunkte der Armatur mit dem Eiſen ankam, welche er nicht beſtändig auf vollkommen gleiche Art treffen konnte. Daher dachte er auf ein anderes Mittel, die magnetiſche Kraft, ohne das Eiſen mit den Magneten zu berühren, zu meſſen. Er glaubte dieß anfänglich durch eine Feder bewerkſtelligen zu können, welche das Eiſen zurückhält, indem es der Magnet anzöge; allein auf dieſe Art würde er nur den Unterſchied zwiſchen den Kräften des Magnets und der Feder gefunden haben, wovon die letztere durch Kälte und Wärme, ſelbſt vielleicht noch durch andere Urſachen, einer Veränderung unterworfen iſt. Herr **de Sauſſüre** wählte endlich die Schwere, welche zwar ebenfalls aber doch nach bekannten Geſetzen eine Veränderung erleidet.

Er nahm eine ſehr leichte und um ihre Axe leicht bewegliche Pendelſtange, an deren Ende er eine eiſerne Kugel befeſtigte. Ein Magnet, welcher in einer ſchicklichen Entfernung

nung vom Magnet ſich befand, mußte die Stange aus ihrer vertikalen Lage bringen, und weil die magnetiſche Kraft, welche nöthig iſt, die Kugel abzuziehen, in eben dem Maße zunimmt, in welchem man die Kugel größere Bogen beſchreiben läßt, ſo mußte ſich auch aus den Veränderungen der Bogen die Veränderung der anziehenden Kraft des Magnets beſtimmen laſſen. Alles kam nur hierbey darauf an, die geringſten Veränderungen der Bogen dem Auge bemerkbar zu machen. Hierzu fand der Herr **de Sauſſüre** folgendes ſchickliche Mittel: er verlängerte die Pendelſtange über den Aufhängungspunkt ſo weit hinaus, daß die Verlängerung mehrere Mahl größer ward, als die Pendellänge unter dieſem Punkte, und ließ das obere Ende der verlängerten Stange an einem in ſehr feine Theile getheilten Bogen hingehen. Weil nun dadurch das obere Ende der Verlängerung mit dem untern Ende der Pendelſtange, an welchem die Kugel hing, ähnliche Bogen beſchreibet, ſo erlangte er dadurch ein Mittel, auch die Größe der feinſten Bewegungen zu finden. Damit aber das Inſtrument tragbar bleibe, trieb er die Verlängerung nicht weiter, als bis auf das Fünffache der Pendellänge.

Der Herr **de Sauſſüre** ließ ſich von dem Künſtler, Herrn **Paul** in Genf, zwey dergleichen Inſtrumente verfertigen, welche ſeiner Abſicht aufs vollkommenſte entſprachen. Damit angeſtellte Verſuche überzeugten ihn, daß die eiſerne Kugel nach einigen ſehr regelmäßigen Schwingungen in einer beſtimmten Entfernung vom Magnet feſt ſtehen bleibe, und daß ſie, wenn ſie aus dieſer Stellung gebracht wurde, nach einigen neuen Schwingungen mit der größten Genauigkeit wieder auf eben den Punkt zurückkam. Um dieſem Inſtrumente eine genaue vertikale Stellung zu geben, dient eine ſehr empfindliche Waſſerwage mit einer Luftblaſe. Der Magnet wird durch ſtarke Schrauben in jeder beliebigen Lage feſt gehalten, und ein Gehäuſe mit einer Glasſcheibe ſchützt das Pendel vor der Bewegung durch die Luft.

Mit dieſem Magnetometer hatte der Herr **de Sauſſüre** Beobachtungen verſchiedene Jahre hindurch angeſtellet, welche ihn aufs vollkommenſte bewieſen, daß die anziehende Kraft des Magnetes veränderlich ſey. Die gewöhnlichſte Urſache dieſer Veränderungen fand er in der Wärme, bey deren Zunehmen der Magnet an ſeiner Kraft verlieret, beym Abnehmen hingegen gewinnt. Dieſe Veränderungen ſind an dieſem Inſtrumente ſo bemerkbar, daß es die Wirkung von einem halben reaumüriſchen Grad im Steigen und Fallen der Wärme zuverläſſig angibt.

Ein beſonderer Vortheil dieſes Inſtrumentes iſt dieſer, daß ſeine Veränderungen in einem weit ſtärkern Verhältniſſe wachſen, als die Veränderungen der anziehenden Kraft ſelbſt. Die anziehende Kraft des Magnets wird ſtärker, wenn dieſer ſich dem Eiſen nähert, und zwar in gewiſſen Entfernungen in einem weit größern Verhältniſſe, als das umgekehrte der Quadrate der Entfernungen iſt. Wiewohl Herr **Coulomb** dieß Geſetz, daß die anziehende Kraft des Magnetes im Verhältniſſe der Quadrate der Entfernung abnimmt, durch ſeine ſinnreiche magnetiſche Wage in allen Entfernungen vollkommen beſtätiget gefunden hat.

Die Herrn **de Sauſſüre** und **Trembley** haben mit dieſem Inſtrumente auf dem Cramont, einem etwa 1400 Toiſen hohen Berge, die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß die magnetiſche Kraft um zwey Abtheilungen des Gradbogens größer war, wenn der Pol des Magnets, welcher das Pendel anzog, gegen Abend, als wenn er gegen Morgen gekehret ward.

In der Pläne und unter übrigens gleichen Umſtänden iſt die Wirkung des Magnets ſtärker, wenn ſich ſeine Pole in der Richtung des magnetiſchen Meridians befinden; wenn hingegen die Pole deſſelben in einer Richtung liegen, welche den magnetiſchen Meridian ſenkrecht durchſchneidet, ſo iſt die magnetiſche Kraft einerley, es mag der Nordpol gegen Abend oder gegen Morgen gekehret ſeyn. Bloß die Wirkung eines andern Magnets oder Eiſens kann dieſe Gleichheit

heit ſtören. Es ließ ſich alſo vermuthen, daß die hier bemerkte Ungleichheit von den eiſenhaltigen Subſtanzen in den weſtwärts gelegenen Bergen herrühre. Auch fand wirklich Herr **de Sauſſüre**, als er vom Cramont nach dem Kirchthurme von Courmayeur viſirte, die Bouſſole auf 52° 15′ gegen Oſt, im Gegentheil aber, da er von Courmayeur aus nach dem Gipfel des Cramont viſirte, nur auf 49°; welches beweiſet, daß die Magnetnadel auf dem Cramont von den weſtwärts gelegenen Bergen wirklich angezogen, und dadurch die Abweichung der öſtlichen Gegenſtände um 3° 15′ vergrößert ward. Hieraus kann man einſehen, wie unzuverläſſig die Richtung der Magnetnadel in gebirgigen Gegenden iſt.

M. ſ. **de Sauſſüre** Beſchreibung eines neuen Magnetometers, in ſeinen Reiſen durch die Alpen. A. d. Franz. Th. II. S. 126 ff.

Malleabilität ſ. **Dehnbarkeit.**

Manometer, Dichtigkeitsmeſſer (manometrum, manomètre) iſt ein Werkzeug, welches dazu dienet, die Veränderungen anzuzeigen, welche die Dichtigkeit der Luft leidet. Wenn man annehmen könnte, daß die ſpecifiſche Elaſticität der Luft beſtändig gleich groß, folglich ihre Dichtigkeit mit dem Drucke ſtets proportional wäre, ſo würde auch das Barometer mit dem Drucke zugleich die Dichtigkeit der Luft anzeigen. Allein die Erfahrung lehret, daß die Dichtigkeit der Luft wegen des Einfluſſes der Wärme, Kälte, Näſſe u. dergl. an ein und eben demſelben Orte nicht alle Mahl einerley iſt. M. ſ. **Luft**. Dieſerwegen hat man eigene Werkzeuge nöthig, welche die Dichtigkeit der Luft zu jeder Zeit anzeigen, und welche **Manometer** genannt werden.

Das erſte Manometer iſt von **Otto von Guerike** erfunden worden, welcher es dem Jeſuiten **Caspar Schott** im Jahre 1661 in einem Briefe mitgetheilet hat. Dieſer machte es in ſeiner technica curioſa lib. I. cap. 21. p. 45. bekannt, woſelbſt auch **Guerikens** Brief p. 47. abgedruckt

gedruckt iſt. **Otto von Guericke** unterſcheidet zwar genau das Gewicht der ganzen Luftſäule der Atmoſphäre von dem einer einzelnen Luftmaſſe und erinnert ausdrücklich, daß ſich die Dichtigkeit und das Gewicht der Luft ſowohl durch verſchiedenen Druck als auch durch verſchiedene Wärme ändere; allein in der Anwendung ſieht er gleichwohl das Manometer für ein Barometer an. Auch **Boyle** *) machte dieſes Manometer als ſeine Erfindung bekannt, betrachtete es gleichfalls als Barometer, und gab ihm den Nahmen **ſtatiſches Baroſkop**.

Man läßt eine halbe kupferne Kugel, welche wenigſtens 1 Fuß im Durchmeſſer hat, verfertigen, pumpt alsdann aus ſelbiger die Luft und verkittet ſie feſt. Hiernächſt bringt man ſie an den einen Arm einer empfindlichen Wage, und ſetzt ſie mit einem Gegengewicht ins Gleichgewicht. Wird nun die Luft dünner, als ſie vorher war, ſo trägt ſie einen kleinern Theil vom Gewichte der Kugel als vorher; daher gibt die Kugel den Ausſchlag. Wird aber die Luft dichter, als ſie vorher war, ſo trägt ſie einen größern Theil vom Gewichte der Kugel, und das Gegengewicht gibt den Ausſchlag. Das Gegengewicht muß ſo klein ſeyn, als ſich thun läßt, weil die Luft ebenfalls einen Theil desſelben träget, welcher deſto kleiner iſt, je weniger Raum es einnimmt. Wäre es eben ſo groß, als die Kugel, ſo würde die Wage ſich gar nicht ändern, wenn ſich gleich die Dichtigkeit der Luft änderte. Um nun zu erfahren, wie viel die Vermehrung oder Verminderung der Dichtigkeit der Luft in dem einen oder dem andern Falle jedes Mahl beträget, kann man entweder durch zugelegte Gewichte das Gleichgewicht der Wage wieder herſtellen, oder man macht die Einrichtung auf folgende Art. Man bringt oben an der Scheere, worin die Zunge der Wage ſpielet, einen Kreisbogen an, deſſen Mittelpunkt in den Bewegungspunkt des Wagebalkens fällt, ſo daß die Zunge ſelbſt einen bewegli-chen

*) Philoſoph. transact. no. 14. p. 231.

chen Halbmeſſer deſſelben abgibt. Iſt nun dieſer Bogen gehörig in ſeine Grade und Minuten abgetheilet, ſo daß der Anfang der Abtheilungen zu beiden Seiten in die Vertikallinie fällt, ſo zeiget die Spitze der Zunge jedes Mahl die Größe des Winkels, um welchen die Zunge von der Vertikallinie abweichet. Die Abtheilungen werden am beſten durch Verſuche beſtimmt, wenn man ein Gewicht auf der einen oder andern Seite zuleget. Man legt nämlich auf die Kugel einen Gran, oder ein noch kleineres Gewicht, wenn die Wage empfindlich genug iſt, und bemerket an dem Bogen den Punkt, worauf die Zunge weiſet. Auf ſolche Art legt man immer mehr ſolcher kleinen Gewichte hinzu, und bemerket jedes Mahl, wie weit die Zunge abwich, bis der größte Ausſchlag erfolget, welcher vermuthlich Statt finden kann.

Hat man die Kugel vor dem Auspumpen mit der darin befindlichen Luft gewogen, und ihre damahlige Dichtigkeit mit der Dichtigkeit der Waſſers verglichen, ſo erkennet man in jedem andern Falle vermittelſt des Manometers die jetzige Dichtigkeit derſelben. Dieß iſt auch eigentlich der Nutzen, welchen man beym Auspumpen der Luft aus der Kugel erlanget. Sonſt wäre nur nöthig, die Kugel aller Orten ſo feſt zu verſchließen, daß die innere Luft mit der äußern gar keine Gemeinſchaft hat. Könnte man alsdann die Kugel ſowohl im leeren Raume als auch in freyer Luft abwägen, ſo würde dadurch die damahlige Dichtigkeit der Luft ſehr genau gefunden werden. Uebrigens würde nun die Kugel an der Wage gehörig aufgehängt eben die Dienſte, wie die luftleere Kugel thun, um die Aenderungen in der Dichtigkeit der äußern Luft zu erfahren. Auf dieſe Art hat Halley *) Verſuche angeſtellet, und wahrgenommen, daß die Luft in England bey der größten Sommerhitze um $\frac{1}{13}$ dünner, und bey der größten Winterkälte um $\frac{1}{23}$ dicker ſey, als bey mittelmäßiger Temperatur, wobey aber nicht auf Feuchtigkeiten geſehen iſt.

Auch

*) Acta eruditor. Lipſ. ſupplem. Tom. II. ſect. 9. p. 435.

Auch läßt ſich dieſes Werkzeug gebrauchen, das abſolute Gewicht eines beſtimmten Luftvolumens, mithin ihr ſpecifiſches Gewicht, unter verſchiedenen Umſtänden derſelben, auf eine ſehr einfache Art zu erfahren. Es ſey nämlich der Raumesinhalt der Kugel = V, und der des Gegengewichtes = v, ſo iſt der Luftraum, welcher das Werkzeug manometriſch afficiret, V — v = a, was man durch genaue Ausmeſſung der Körper am beſten durch Waſſerwägen beſtimmt, und in bekannten Maſſen ausgedruckt ein für alle Mahl merkt. Man ſucht ferner das abſolute Gewicht P eines Luftvolumens a in bekannten Gewichtstheilen bey eben derſelben Temperatur und demſelben Barometerſtande, und merkt auch dieſes Gewicht, ſo hat man $\frac{P}{a}$ oder das ſpeciſiſche Gewicht für atmoſphäriſche Luft von beſtimmter Temperatur und Zuſammendrückung. Wenn ſich nun die Beſchaffenheit der Luft ändert, und ihr eigenthümliches Gewicht zu- oder abnimmt, ſo wird das Gleichgewicht geſtört, und man muß im erſtern Falle Gewichtstheile zur Kugel, im andern Falle zum Gegengewichte legen, um das Gleichgewicht herzuſtellen. Die Summe dieſer Gewichtstheile heiße p, mithin iſt das abſolute Gewicht des Luftvolumens a bey vermehrter Dichtigkeit P + p, bey verminderter Dichtigkeit aber P — p geworden, und man findet das jetzt veränderte ſpeciſiſche Gewicht durch $\frac{P+p}{a}$ oder $\frac{P-p}{a}$, weil a ſich immer gleich bleibet. Wenn die Luft noch ein Mahl ſo dicht würde, als ſie bey Beſtimmung des P und bey der Anwendung des Werkzeuges war, ſo würde p = P, oder p + P = 2 P werden, im leeren Raume aber wären P — p = 0.

Varignon *) hat unter dem Nahmen eines Manometers ein anderes Werkzeug angegeben, welches auch

*) Manomètre ou machine pour trouver le rapport des raretés de l'air naturel. in mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. Paris 1750. p. 300

Wolf beſchreibet *). Wolf hat an dieſem Werkzeuge verſchiedene Fehler angezeiget, ſo daß es der verlangten Abſicht eigentlich gar kein Genüge leiſtet. Es beſtehet aus einem lothrecht ſtehenden cylindriſchen gläſernen Gefäße (fig. 100.) bc, an welches bey c eine gebogene Röhre cdefg geſchmolzen iſt, die ein anderes bey a offenes Gefäß ga hält. In bc iſt Luft und in der gebogenen Röhre Waſſer. Man muß durch ein Zeichen etwa bey d bemerken, wie hoch das Waſſer zu der Zeit ſtand, da das Inſtrument verfertiget ward; ſo weiß man, wie groß der Raum bd ſey, welchen die Luft bey ihrer damahligen Dichtigkeit füllte. Bey größerer Wärme wird ſich die Luft in bc ausbreiten, und das Waſſer wird ſinken. Bey größerer Kälte aber wird ſich die Luft in bc in einen engen Raum ziehen, und das Waſſer wird ſteigen. Es zeigt alſo dieſes Inſtrument die Dichtigkeit der in bcd eingeſchloſſenen Luft, welche ſich aber nicht, wie Varignon vorausſetzet, auf gleiche Art mit der Dichtigkeit der äußern Luft ändert. Die eingeſchloſſene Luft wird einen kleinern oder größern Raum einnehmen, nachdem die Elaſticität der äußern Luft größer oder kleiner wird. Wenn alſo gleich die Wärme der Luft in bcd mit der Wärme der äußern Luft einerley iſt, ſo iſt dieß doch nicht der Fall bey den übrigen Urſachen, welche die ſpecifiſche Elaſticität der äußern Luft ändern, nämlich der Feuchtigkeit und Miſchung mit andern in ſelbiger aufgeſtiegenen Subſtanzen. Wenn daher die ſpecifiſche Elaſticität ſich änderte, und die Dichtigkeit der Luft bliebe dieſelbe, ſo würde das Waſſer in der Röhre, wie im Barometer, ſteigen und fallen. Wolf hat die Einrichtung dieſes Werkzeuges zu verbeſſern geſuchet. Er macht die untere Röhre kürzer, damit es nicht nöthig ſey, ſie ſo viele Mahl zu biegen, und bringt ſtatt des Waſſers nur etwas weniger Queckſilber hinein, welches übrigens eben ſo wie im varignonſchen Manometer von der eingeſchloſſenen Luft beweget wird. Allein auch dieſe Einrichtung behält den Fehler, daß ſie nur

*) Nützliche Verſuche Th. II. Cap. 4. §. 54.

nur die Dichtigkeit der eingeſchloſſenen, nicht der äußern Luft, anzeige.

Herr **Fouchy** *) hat dem guerickiſchen Manometer eine ſehr vollkommene Einrichtung gegeben, und für denſelben den Nahmen **Daſymeter** vorgeſchlagen, welches eben ſo viel heißet, als Dichtigkeitsmaß. Es beſtehet dieſes Inſtrument aus einem Lineal, ungefähr von der Geſtalt eines Wagebalkens. An dem einen Ende hängt eine ſehr dünn geblaſene, feſt verſchloſſene, am beſten zugeſchmolzene Glaskugel von 15 Zoll im Durchmeſſer. Am andern Ende des Lineals iſt in gleicher Entfernung von der Mitte ein bleyernes Gegengewicht angebracht, welches mit der Glaskugel bey mittlerer Dichtigkeit der Luft genau das Gleichgewicht hält. Bey der angenommenen Größe der Glaskugel kann ſie etwa 1 Cubikfuß Luft faſſen, wovon das Gewicht bey mittlerer Dichtigkeit der Luft ungefähr auf 720 Gran zu ſchätzen iſt. Das Gewicht der Glaskugel, welche Herr **Fouchy** angewendet hatte, fand er auf 2304 Grän, und ohne die in ſelbiger enthaltene Luft 2304 — 720 = 1584 Grän. Da nun das Gewicht der Luft, welche ſich an der Stelle der Kugel befinden konnte, vermöge der Beobachtungen im Winter etwa $\frac{1}{6}$ oder $\frac{720}{6} = 120$ Grän zu- und im Sommer um eben ſo viel abnimmt, und dieſe 120 Grän den 13ten Theil von dem mittleren Gewichte der Kugel (1584 Grän) ausmachen, ſo wird dieſes Gewicht im Winter um $\frac{1}{13}$ ab- und im Sommer um $\frac{1}{13}$ zunehmen. Soll alſo nun das Gegengewicht mit der Glaskugel beſtändig das Gleichgewicht halten, ſo muß im Sommer die Kugel, und im Winter das Gegengewichte dem Ruhepunkte des Lineals um $\frac{1}{13}$ ſeiner Entfernung näher gebracht werden, oder, welches eben das bewirket, es muß der Ruhepunkt um die Hälfte dieſer Größe, mithin um $\frac{1}{26}$ der Entfernung von den Enden verſchoben werden können.

 Der

*) Deſcription d'un daſymétre. in mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. Paris 1780. p. 73. im gothaiſchen Magaz. B. III. St. 4. S. 93 f.

Der Hebel iſt hierbey als ein bloß mathematiſcher angenommen worden; bringt man aber das Gewicht des Lineals ſelbſt mit in Anſchlag, ſo findet man die erforderliche Größe der Verſchiebung des Ruhepunktes nach dieſer Proportion: wie ſich verhält das Gewicht der Kugel + dem halben Gewichte des Wagebalkens — der halben Veränderung des Gewichtes der Luft von der Größe der Kugel zu dieſer halben Veränderung des Luftgewichtes, eben ſo verhält ſich die halbe Länge des Balkens zu dem Stück, um welches ſich der Unterſtützungspunkt von der Mitte nach jeder Seite muß verſchieben laſſen. Hierdurch werden nur die Grenzen der Verſchiebung beſtimmt. Es ſoll aber auch dieſes Werkzeug ganz geringe Veränderungen anzeigen, wobey das Gewicht der Kugel z. B. nur um einen Grän zu- oder abnimmt. Weil aber hierzu das Aufhängen des Balkens nach der gewöhnlichen Art nicht zureichend iſt, ſo gibt Fouchy ſeinem Wagbalken keine Zapfen, ſondern bringt um die Mitte Stücken an, deren untere Fläche, wie der Fuß einer Wiege, gekrümmt iſt, damit der Balken darauf hin- und hergehen, und ſich allezeit auf den Punkt ſetzen kann, welcher ihm zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthig iſt. Die geometriſche Verzeichnung dieſer Curve, wonach die Fläche der Unterlage gebildet werden muß, zeigt Herr Fouchy in der Abhandlung. Die vorhin angegebene Proportion dienet ihr zur Grundlage, und hat eine ſolche Einrichtung, daß die Veränderung des Gewichtes und der Dichtigkeit der Luft durch den Neigungswinkel des Balkens, welcher ihnen proportioniret iſt, angegeben werden. Durch dieſe Einrichtung fällt die Friktion gänzlich weg; auch die Vergleichbarkeit ſolcher Werkzeuge wird durch Verſchiedenheit in der Größe und dem Gewichte der Kugel oder in der Länge des Wagebalkens nicht gehindert. Die krumme Fläche läßt Fouchy ſehr fein poliren, und belegt die wagrechte Unterlage, darauf ſie ſich wiegt, mit Spiegelglas, wobey alles ſo eingerichtet iſt, daß der Balken ſich nicht über 30° auf jeder Seite neiget.

Weil

Weil bey dieſem Werkzeuge die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft den Neigungswinkeln des Balkens proportional ſind, ſo könnten ſie durch einen an den Balken angebrachten Gradbogen gemeſſen werden; allein es würden hierdurch Ungleichheiten in den Gewichten der beiden Arme veranlaſſet werden, wodurch das Inſtrument in ſeinem Gange eine Störung litte. Daher befeſtiget **Fouchy** hinter dem bleyernen Gegengewichte eine Skale am Fuße des Inſtrumentes in vertikaler Stellung, und gibt derſelben, von der Stelle des Gewichtes bey wagrechtem Stande des Balkens an auf- und abwärts gerechnet, Theile, welche ſich wie die Unterſchiede der Sinus für die Winkel von 0° bis 30° verhalten. Dieſe ungleichen Abtheilungen zeigen gleiche Veränderungen der Neigungswinkel, mithin auch der Dichtigkeit der Luft an, weil die Räume, um welche das Gewicht ſteigt und ſinkt, die Sinus der Neigungswinkel vorſtellen.

Oberhalb der Kugel und des Gewichtes können an beiden Enden noch ein Paar leichte Wagſchalen angebracht werden, um in ſelbige halbe oder ganze Grane einzulegen, damit man die Räume, um welche das Gegengewicht dadurch ſteigt oder ſinkt, auf einer beſonderen Abtheilung der Skale bemerken kann. Dieſe Abtheilung gibt alsdann ſogleich die abſoluten Gewichte an, und gibt ſelbſt ein Mittel ab, die Genauigkeit der Krümmung zu prüfen.

Die Empfindlichkeit dieſes Werkzeuges beruhet auf der Größe der Verrückung des Unterſtützungspunktes. Dieſe hat hier eine ſolche Beſtimmung erhalten, als es zum Gebrauche bey meteorologiſchen Beobachtungen nöthig iſt. Will man es aber zu andern Abſichten gebrauchen, ſo muß man dazu andere Balken mit andern Verhältniſſen der Verrückung des Ruhepunktes, und für jeden ſolchen Balken eine eigene Skale haben, welche ſich ſtatt der vorigen in einen am Fußgeſtelle befeſtigten Rahmen einlegen läßt.

Der Herr **de Sauſſüre** *) gibt den Nahmen **Manometer** einem gewöhnlichen Barometer, welches er in eine

*) Eſſais ſur l'hygrométrie §. 109.

große gläſerne Kugel verſchloß, um die Elaſticität der darin verſchloſſenen Luft bey verſchiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zu meſſen. Da er alſo nicht die Abſicht hatte, die Dichtigkeit, ſondern nur die Elaſticität hiermit zu beſtimmen, ſo verdiente auch dieſes Inſtrument eigentlich nicht den Nahmen eines Manometers.

Noch eine andere vorzüglich verbeſſerte Einrichtung des guerickiſchen Manometers hat Herr Prof. **Gerſtner** *) unter dem Nahmen einer **Luftwage** beſchrieben. Ihr Gebrauch iſt eigentlich zu barometriſchen Höhenmeſſungen beſtimmt, und gibt das Gewicht eines Cubikzolles Luft in derjenigen Schichte unmittelbar an, in welcher ſie aufgeſtellet iſt. An dem einen Ende eines gleicharmigen und in gleiche Theile abgetheilten Hebels (fig. 101.) oder Wagebalkens a c b hängt eine leichte hermetiſch verſchloſſene Glasflaſche, und an dem andern ein metallenes Gegengewicht. Die körperlichen Inhalte beider werden durch hydroſtatiſche Verſuche genau beſtimmt. Der Unterſchied beider körperlichen Räume ſey $= \delta$. Um die Wage bey veränderter Dichtigkeit der Luft ins Gleichgewicht zu bringen, dienet das Laufgewicht l, welches einige Grane zu wiegen braucht. Die Wage ſelbſt iſt aus gutem trockenen Holze gemacht, und mit einem Siegellackfirniſſe überzogen. Vermittelſt der Waſſerwage d e wird dieſes Inſtrument in wagrechten Stand gebracht. Zwey Ringe d und e halten dieſe Waſſerwage über der Axe des Inſtrumentes, ſo daß das Laufgewicht l ungehindert darunter weggeſchoben werden kann. Wenn dieſe Luftwage zu Beobachtungen in der freyen Luft gebrauchet wird, ſo ſtellt man ſie in ein geräumiges hölzernes Gehäuſe, deſſen beide Wände vor jeder Beobachtung eine lange Zeit offen ſtehen, bey der Beobachtung ſelbſt aber verſchloſſen werden, um die Wirkung des Windes und die natürliche Wärme des Beobachters abzuhalten. Eine jede Abwägung wird jederzeit noch ein Mahl wiederhohlet, und dabey

*) Beobachtungen auf den Reiſen nach dem Rieſengebirge S. 288. f. S. 298 f.

bey Flaſche und Gegengewicht verwechſelt. Finden ſich alsdann hierbey die Entfernungen des Luftgewichtes b l und a m ungleich groß, ſo wird zwiſchen beiden das arithmetiſche Mittel genommen.

Den Werth der Abtheilungen des Wagebalkens beſtimmt Herr **Gerſtner** auf folgende Art, er ſucht zuerſt das Gewicht eines Cubikzolles von demjenigen Queckſilber, womit ſein Barometer gefüllt iſt. Dieß ſetze man $= q$. Hierauf mißt er eine mäßige Höhe (von 100 bis 400 Klaftern), und beobachtet einige Mahl ſowohl am obern als unteren Endpunkte derſelben die Barometerhöhe und den Stand des Laufgewichtes auf der Luftwage mit aller Genauigkeit. Man ſetze nun, die mittlere Entfernung des Laufgewichtes vom Gegengewichte an beiden Standorten ſey $= \varepsilon$, die gemeſſene Höhe $= x$, die Barometerhöhe am untern Standorte $= \alpha$, am obern $= \varphi$, ſo iſt das mittlere Gewicht eines Cubikzolles Luft $= \frac{\alpha - \varphi}{x} . q$. Man ſetze nun ferner, bey einem andern Zuſtande der Luft ſey der Abſtand des Laufgewichtes vom Gegengewichte $= \varrho$, und die Länge eines Armes der Wage bedeute $= \lambda$, das abſolute Gewicht des Laufgewichtes $= \pi$, ſo muß jetzt die Luft in dem Raume δ um $\frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} . \pi$ mehr wiegen, und das Gewicht eines Cubikzolles Luft $= \gamma$ um $\frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} . \frac{\pi}{\delta}$ größer ſeyn; mithin iſt $\gamma = \frac{\alpha - \varphi}{x} . q + \frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} . \frac{\pi}{\delta}$.

Aus dieſer Formel kann man eine Tabelle verfertigen, welche das Gewicht der Luft für jeden Stand der Luftwage oder für jedes ϱ anzeigt. Bey Herrn **Gerſtners** Luftwage war

$\delta = 22{,}05$ Cubikzoll	$\varepsilon = 42\frac{2}{3}$ Linien
$q = 4195\frac{1}{4}$ Gran	$x = 350\frac{1}{2}$ Klafter
$\pi = 5\frac{1}{3}$ Gran	$\lambda = 192$ Linien

$$\alpha - \varphi = 24{,}6 \text{ Linien} = \tfrac{41}{1440} \text{ Klafter}$$

mithin $\gamma = \frac{41}{1440 \cdot 50\frac{1}{2}} \cdot 4195\frac{1}{4} + \frac{\varrho - 42\frac{2}{3}}{192} \cdot \frac{5\frac{1}{2}}{22{,}05}$

$$= 0{,}287 + \frac{\varrho}{794},$$

woraus man die Werthe für γ findet, wenn man für ϱ nach und nach alle Zahlen von 0 bis 384 (für einen Wagebalken von 384 Linien) ſetzet.

Eine ſolche Einrichtung hatte Herrn **Gerſtners** Wage. Am 11ten Aug. 1788 fand er auf der Spitze der Schneekoppe im Rieſengebirge den Stand des Luftgewichtes oder $\varrho = 19$ Linien, folglich das damahlige Gewicht des Cubikzolles Luft $= 0{,}287 + \frac{19}{794}$, d. i. 0,311 Grän. Am Fuß des Berges in Marſchendorf war zu gleicher Zeit $\varrho = 48{,}5$ Linien, mithin das Gewicht eines Cubikzolles Luft $= 0{,}287 + \frac{48{,}5}{794}$, d. i. 0,348 Gran.

Dieß Werkzeug erhält noch mehr Bequemlichkeit, wenn auf dem Wagebalken ſelbſt die den Abtheilungen zugehörigen Luftgewichte bengeſchrieben werden. Daben läßt ſich noch außerdem die Einrichtung ſo treffen, daß eine jede Abtheilung mit 0,001 Gran Veränderung des Luftgewichtes übereinſtimmt. Ben Herrn **Gerſtners** Wage, wo der höchſte Werth für $\varrho = 384$ Linien iſt, mithin γ nicht unter 0,287 und nicht über 0,287 + 0,484 betragen kann, wäre der Wagebalken in 484 Theile zu theilen und ben b 287 zu ſetzen; auf dieſe Art würden die Theile bis a fortgezählet das Luftgewicht unmittelbar in Tauſendtheilen des Ganzen angegeben. Die Formel zeigt, daß dieß Statt finde, ſo oft $\frac{\pi}{\lambda\delta} = 1000$ iſt. Theilt man alsdann λ oder jeden Arm der Wage in 1000 Theile, und gibt dem Laufgewichte 1 ſo viel Gran, als der 10te Theil von δ Cubikzoll beſitzet, ſo unterſcheidet jede Abtheilung $\frac{1}{1000}$ Gran vom Gewichte eines

nes Cubikzolles Luft. Iſt nun der Arm 100 Linien lang, ſo kann man auch leicht von jeder Linie noch den zehnten Theil unterſcheiden, mithin das Luftgewicht bis auf 0,0001 Gran beſtimmen, welches für barometriſche Höhenmeſſungen mehr als hinreichend iſt. Wenn ein Mahl eine ſolche Luftwage gehörig abgetheilet iſt, ſo kann jede andere nach ſelbiger graduiret werden, wozu Herr **Gerſtner** umſtändlichere Vorſchriften gibt.

Mariottiſches Geſetz ſ. **Luft**.

Mars (mars) iſt einer von den ſechs bekannten Planeten, welche ihre Stellung gegen die Fixſterne täglich ändern, indem ſie außer dem ſcheinbaren täglichen Umlaufe von Weſten gegen Oſten ſich fortbewegen und um den ganzen Himmel herumlaufen. Die mittlere Dauer ſeines ſideriſchen Umlaufs beträgt 686,979579 Tage oder 686 Tage 22 Stunden 30 Minuten 35 Sekunden und 37 Tertien. Seine Bewegung iſt ſehr ungleich. Wenn man dieſen Planeten des Morgens bey ſeinem Hervortreten aus den Sonnenſtrahlen wieder erblickt, ſo iſt dieſe Bewegung rechtläufig; ſie wird hierauf allmählig langſamer, und = Null wenn der Planet ungefähr 152° von der Sonne abſteht; von da an verwandelt ſie ſich in eine rückläufige Bewegung, deren Geſchwindigkeit bis auf den Augenblick der Oppoſition des Mars mit dieſem Geſtirne zunimmt. Nachdem ſie aber alsdann ihr Maximum erreicht, ſo nimmt ſie wieder ab, und wird = Null, wenn Mars bey ſeiner Wiederannäherung zur Sonne, dieſer auf 152° nahe gekommen iſt. In der Folge wird die Bewegung wieder rechtläufig, nachdem ſie 73 Tage lang rückläufig geweſen iſt, und der Planet während dieſer Zeit einen Bogen ſeines Rücklaufs von ungefähr 18 Graden beſchrieben hat. Er fährt nun ſo lange fort ſich der Sonne wieder zu nähern, bis er ſich des Abends in ihren Strahlen verlieret. Dieſe ſonderbaren Erſcheinungen erneuern ſich mit allen Oppoſitionen des Mars mit ſehr großen Verſchiedenheiten in Abſicht auf die Weite und Dauer des Rücklaufs. Alles dieß ſind aber nur Erſcheinungen, welche

von der Bewegung der Erde abhängen, und von welchen ſein wahrer Lauf ſehr verſchieden iſt.

Die theoriſche Aſtronomie beweiſet, daß der Mars einer von den ſogenannten obern Planeten iſt, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn einſchließen. Von der Sonne ausgerechnet iſt er der Ordnung nach der vierte Planet, und ſeine Bahn liegt zwiſchen der Erd- und der Jupitersbahn, doch ſo, daß ſie der Erd-Bahn weit näher, als der Bahn des Jupiters liegt. Seine Bahn iſt, wie alle übrige Planetenbahnen, elliptiſch, deren Ebene nicht mit der Ebene der Ecliptik zuſammenfällt; vielmehr hat die Marsbahn bald ſüdliche bald nördliche Breite, und ſchneidet daher die Ecliptik in zwey Punkten den ſogenannten Knoten. Die Neigung der Ebene der Marsbahn gegen die Ebene der Ecliptik beträgt 1°51′.

Theilet man die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde in 1000 Theile, ſo beträgt nach de la Lande die größte, mittlere und kleinſte Entfernung des Mars von der Sonne 1665, 1524 und 1382 ſolcher Theile, und die Eccentricität = 143. Seine größte Entfernung von der Sonne zu ſeiner kleinſten verhält ſich alſo ungefähr wie 17 zu 14. Dieſe merkliche Abweichung von der Kreisgeſtalt und die Nähe dieſer Bahn an der Erde gab Keplern Gelegenheit, an dieſem Planeten die elliptiſche Bahn am erſten zu entdecken. Weil alſo nach dieſer Beſtimmung die mittlere Entfernung des Mars von der Sonne etwa 1½ Mahl größer als die der Erde iſt, ſo kann man die Marsbahn mit einem Kreiſe vergleichen, deſſen Halbmeſſer 1½ Mahl größer als der Halbmeſſer der Erdbahn iſt, deſſen Mittelpunkt aber nicht in die Sonne ſelbſt, ſondern van ihr etwa um $\frac{141}{1000}$ oder um $\frac{1}{7}$ des Halbmeſſers der Erdbahn entfernet iſt. Wenn Mars in Oppoſition mit der Sonne, und in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne iſt, ſo beträgt ſein Abſtand von der Erde 1382 — 1017 = 365 kurz zuvor angeführte Theile. Wenn er im Gegentheil mit der Sonne in Conjunktion, und in der Sonnenferne, und die Erde

auch

auch in der Sonnenferne iſt, ſo beträgt alsdann ſein Abſtand von der Erde 1665 + 1017 = 2682 ſolcher Theile, jeden zu 12 Erddurchmeſſer gerechnet. Es verhält ſich alſo ſeine kleinſte Entfernung von unſerer Erde zu der größten wie 365 : 2682 oder beynahe wie 1 : 7⅓. Daraus erklären ſich die großen Veränderungen ſeines ſcheinbaren Durchmeſſers. Bey der mittleren Entfernung beträgt ſein Durchmeſſer ungefähr 10″, und nimmt in eben dem Maße zu, als der Planet ſich ſeiner Oppoſition nähert, wo er bis auf 30″ anwächſt. Nach den Abmeſſungen des Herrn **Herſchels** *) würde der Aequatorialdurchmeſſer des Mars, aus derjenigen Entfernung betrachtet, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, 9″ 8‴ betragen. In eben dieſer Entfernung aber erſcheinet der Durchmeſſer der Sonne 31′ 37″, d. i. 210 Mahl größer. Daraus kann man alſo ſchließen, daß der Durchmeſſer des Mars 210 Mahl kleiner als der der Sonne iſt, oder daß ſein Durchmeſſer nur 0,504, d. i. etwas weniges über die Hälfte des Erddurchmeſſers betrage. Nach Herrn **de la Lande**, welcher den ſcheinbaren Durchmeſſer des Mars in der Entfernung der Erde von der Sonne auf 11,4 Sekunden ſetzt, würde der wahre Durchmeſſer desſelben nur 168 Mahl kleiner, als der der Sonne ſeyn, oder 0,67, d. i. über ⅔ des Durchmeſſers der Erde betragen. Nach **de la Lande** würde alſo der körperliche Raum des Mars $\frac{3}{10}$, nach **Herſchel** aber wenig über ⅛ von dem Raumesinhalte der Erdkugel ausmachen.

La Place gibt die Maſſe des Mars $\frac{1}{1846082}$ und die der Erde $\frac{1}{329809}$ von der Sonne an. Hiernach hätte alſo der Mars 5,6 Mahl weniger Maſſe als die Erde; nach den Beſtimmungen des **de la Lande** aber beträgt die Maſſe des Mars 5 Mahl weniger, als die der Erde, und ſeine Dichtigkeit wäre alſo etwas über ⅔ von der Dichtigkeit der Erde. Es würden daher die Körper auf der Oberfläche des Mars in einer Sekunde durch 7 Fuß fallen, nach **Herſchels** Beſtimmungen aber durch 12 Fuß.

*) Bode aſtronomiſches Jahrbuch für 1787. S. 212.

Mars erſcheinet uns die mehrſte Zeit als ein kleiner Stern, iſt aber beſonders an ſeinem feuerrothen Lichte ſehr kenntlich. Durch Hülſe ſehr ſtark vergrößernder Fernröhre hat man auf ſelbigem ſehr dunkele Flecken bemerket. Aus den Bewegungen dieſer Flecken hat ſchon **Caſſini** 1666, und nachher **Maraldi** 1704 geſchloſſen, daß er ſich in 24 Stunden 40 Minuten um ſeine Axe drehe, und daß dieſe auf ſeiner Bahn faſt ſenkrecht ſtehe. Nach **la Place** beträgt die Umdrehungszeit 1,02733 Tage oder 24 Stunden 1 Minute 38 Sekunden, und ſeine Axe iſt gegen die Ecliptik unter den Winkel 66° 19′ 48″, nach **Herſchel** aber unter den Winkel 59° 42′ geneigt. Auch hat Herr **Herſchel** gefunden, daß dieſe Umdrehungsbewegung dem Mars eine ſphäroidiſche Geſtalt gegeben hat, deren Aequatorialdurchmeſſer ſich zur Axe wie 16 : 15 verhält.

Weil die Bahn des Mars unſere Erdbahn umgibt, ſo kann er auch nie zwiſchen die Erde und die Sonne kommen, und wir können daher nie die von der Sonne abwärts gekehrte Hälfte ſeiner Kugel ganz ſehen. Vielmehr kehrt er uns ſowohl, wenn er der Sonne gegen über, als auch, wenn er hinter ihr ſteht, eben die Seite zu, welche von der Sonne erleuchtet wird. In den Stellen aber, wo er von der Sonne um 90° entfernet iſt, ſcheint uns dieſer Planet merklich oval; dieſe Phaſen beweiſen alſo, daß er ein für ſich dunkeler Körper iſt, und ſein Licht von der Sonne erhält.

Nach **Herſchel** hat dieſer Planet eine ſtarke, aber gemäßigte Atmoſphäre, ſo daß ſich deſſen Bewohner faſt in eben dem Zuſtande wie wir befinden.

Uebrigens bezeichnen die Aſtronomen den Mars mit ♂.

M. ſ. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde an verſchiedenen Stellen. **La Place** Darſtellung des Weltſyſtems, a. d. Franz. überſ. Frankf. a. M. 1797. 8. Th. I. S. 73. Th. II. an verſchiedenen Stellen.

Maſchinen (machinae, machines) ſind Werkzeuge, durch welche gewiſſe Effekte vermittelſt angebrachter Kräfte zuwege gebracht werden ſollen. Es müſſen demnach die

Effekte beſtimmen, wie der Bau einer Maſchine am vortheilhafteſten eingerichtet werden müſſe. Die Effekte, welche man durch allerley Arten von Maſchinen zuwege bringen will, können zwar ſehr mannigfaltig ſeyn, die Hauptabſicht der mehreſten Maſchinen kömmt aber doch mit einander darin überein, daß man mit möglichſter Erſparung der Zeit und Koſten etwas ausrichten will, was ſonſt mehr Zeit und Aufwand erfordern würde, ja vielleicht ohne Verſtärkung der gebrauchten Kräfte vermittelſt mechaniſcher Vorrichtungen gar nicht durch Menſchenkräfte ausgerichtet werden könnte. Dahin gehören z. B. alle Arten von Heb- und Zugmaſchinen, alle Arten von Mühlen, die Waſſerkünſte u. dergl.

Man theilet die Maſchinen ein in **einfache** und **zuſammengeſetzte**. Die Kenntniß der Maſchinen überhaupt, und ihrer erſten Gründe iſt dem Phyſiker unentbehrlich, indem ſelbſt die Natur den vortheilhafteſten Gebrauch davon machet, und überdem der Experimentator und Beobachter ohne Maſchinen wenig oder gar nichts ausrichten kann. **Pappus** *) führet von den einfachen Maſchinen fünf an, den Hebel, die Rolle, das Rad an der Axe, den Keil und die Schraube, von welchen eigene Artikel handeln. Es kann hierzu noch die **ſchiefe Ebene** geſetzet werden. Werden von dieſen einfachen Maſchinen einige ſo mit einander in Verbindung gebracht, daß eine der andern ihre Bewegung mittheilen, und keine davon in Bewegung kommen kann, ohne die übrigen mit in Bewegung zu ſetzen, ſo entſteht alsdann eine **zuſammengeſetzte Maſchine**. Es wird aber die Güte einer zuſammengeſetzten Maſchine nicht allein aus der Größe des Effektes, ſondern auch aus der möglichſt einfachen Zuſammenſetzung der Theile beurtheilet. Bey Erfindung der Maſchine muß man vorzüglich darauf Bedacht nehmen, aus welchen Theilen ſelbige beſtehen könne, damit ſie nicht zu ſehr zuſammengeſetzet werde, und wie die Kraft an ſelbiger am vortheilhafteſten anzubringen iſt, damit

*) Collect. mathem. lib. VIII.

mit der Effekt, den ſie leiſten ſoll, am größten ausfalle. Abbildungen und Beſchreibungen vielfältiger Maſchinen ſind von **Zeiſing** α) und **Leupold** β) geſammelt worden. In den neuern Zeiten hat auch Herr **Lempe** in Freyberg die Maſchinenlehre zu bearbeiten angefangen, und bereits ſchon einige Theile geliefert γ).

In der ganzen Maſchinenlehre liegt der Satz zum Grunde, daß man nie zugleich an Kraft und Geſchwindigkeit gewinne, ſondern beſtändig an dem einen eben ſo viel verlieren muß, als man an dem andern gewinnt.

Man gibt auch wohl in einem etwas weitläuftigen Verſtande den Nahmen der Maſchinen ſolchen Werkzeugen, bey denen man eben nicht die Hauptabſicht hat, Effekte durch Anwendung geringer Kräfte zuwege zu bringen. Dergleichen Werkzeuge ſollten aber lieber **Inſtrumente**, **Geräthſchaften** u. ſ. f. heißen, wie z. B. **Parkers Maſchine**. Von ſolchen Maſchinen hat beſonders **Geißler** δ) gehandelt.

Maſchine zur Centralbewegung ſ. **Centralmaſchine.**

Maſchine zu Compreſſionen flüſſiger Materien ſ. **Compreſſionsmaſchine**

Maſchine durch Dämpfe bewegt ſ. **Dampfmaſchine.**

Maſchine zur Erregung der Elektricität ſ. **Elektriſirmaſchine.**

Maſchine durch Feuer bewegt ſ. **Dampfmaſchine.**

Maſchine, Funicular- ſ. **Vera's Maſchine**

Maſchine des Mariotte ſ. **Percuſſionsmaſchine.**

Maſchine

α) Theatrum machinarum. Leipz. 1673. in längl. 4.

β) Theatrum machinarum in 8 Fol. Bänd. mit verſchiedenen Titeln Leipzig 1724 — 1727.

γ) Techniſche Maſchinenlehre oder: Lehrbegriff der Maſchinenlehre mit Rückſicht auf den Bergbau. Leipz. 1795. gr. 4

δ) Beſchreibung und Geſchichte der neueſten und vorzüglichſten Inſtrumente und Kunſtwerke. Zittau und Leipzig I. — IV. Theil 1792 — 1795. mit Kupf. gr. 8.

Maſchine des Papinus ſ. papiniſche Maſchine.

Maſchine Parkers zur Bereitung der Mineralwaſſer ſ. Parkers Maſchine.

Maſchine, Potenzen- ſ. Potenzen.

Maſchine, Segners ſ. Segners hydrauliſche Maſchine.

Maſchine zur Verdünnung der Luft ſ. Luftpumpe.

Maſchine zu Verſuchen über den Stoß ſ. Percuſſionsmaſchine.

Maſchine des Vera ſ. Vera's Maſchine.

Maſſe (maſſa, maſſe). Unter der Maſſe des Körpers verſteht man die Menge des Beweglichen im beſtimmten Raume. Weil das Bewegliche im Raume das letzte mögliche Subjekt, und die Menge dieſes Beweglichen außerhalb einander die Quantität der Subſtanz iſt, ſo iſt auch die Maſſe als Subſtanz betrachtet nichts weiter als die Menge aller Subſtanzen, woraus die Materie beſtehet.

Nach dem atomiſtiſchen Syſteme, da die Theilbarkeit der Materie zuletzt bey den Atomen oder Grundkörperchen aufhöret, muß man ſich jeden Körper als eine Summe ſolcher Atome vorſtellen, deren Anzahl folglich die Maſſe desſelben ausmachen würde. Da es aber praktiſch unmöglich iſt, dieſe Atome zu zählen, ſo hat man auch kein anderes Mittel, die Maſſe eines Körpers zu beſtimmen, als die Vergleichung. Man nimmt nämlich an, daß alle Atome des Körpers von der Schwere afficiret werden, und daraus laſſe ſich folgern, daß die Menge der materiellen Theile zweyer Körper oder ihre Maſſen ſich wie die Gewichte derſelben verhalten müßten.

Nach der dynamiſchen Lehre kann die Quantität der Materie, d. i. die Maſſe in Vergleichung mit einer jeden andern nur durch die Größe der Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit geſchätzet werden. Denn weil nach dieſer Lehre die Materie phyſiſch unendlich theilbar iſt, ſo läßt ſich auch die Quantität keiner Materie durch die Menge der Theile

unmittelbar beſtimmen. Vergleichet man aber eine Materie mit der andern, ſo kann man zwar bey gleichartigen Materien die Verhältniſſe der Maſſen beſtimmen, indem die Quantität der Materie der Größe des Umfanges proportioniret iſt. So beſitzen z. B. 2 Cubikzoll Bley noch ein Mahl ſo viele Materie, als 1 Cubikzoll. Allein es wird ſich doch kein Verhältniß der einen Materie zu einer andern mit jener ſpecifiſch verſchiedenen angeben laſſen. Folglich hat man weder unmittelbar noch mittelbar durch Vergleichung ein gültiges Maß, die Quantität der Materie zu ſchätzen, ſo lange die Bewegung derſelben nicht in Betrachtung kömmt. Es bleibt folglich kein Maß als die Größe der Bewegung übrig. In dieſer aber kann kein Unterſchied der Bewegung, welcher auf der Quantität der Materie beruhet, anders gegeben werden, als wenn die Geſchwindigkeit der Materie gleich angenommen wird. Daher läßt ſich die Quantität der Materie, d. i. die Maſſe in Vergleichung mit einer jeden andern nur durch die Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit ſchätzen.

Die Erfahrung lehret aber wirklich, daß alle Theile eines Körpers von der Schwere afficiret werden. Das Gewicht eines Körpers kann nur alsdann verändert werden, wenn entweder mehr Materie hinzugethan, oder dergleichen weggenommen wird; denn alsdann iſt im erſten Falle ſein Gewicht größer, im andern aber leichter. Außerdem wird am Gewicht des Körpers gar keine Aenderung Statt finden, man mag den Körper in eine Geſtalt umformen, in welche man will, man mag ſeinen Raum entweder verengern oder erweitern u. ſ. f., wenn nur die Menge der Materie die vorige bleibt. Daraus folgt alſo unläugbar, daß die Gewichte der Körper auch die Menge der materiellen Theile im beſtimmten Raume, mithin die Maſſen derſelben beſtimmen. Dieß widerſpricht jedoch dem Satze nicht, daß die Quantität der Materie in Vergleichung mit einer andern bloß durch die Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit geſchätzet werden könne. Denn bey der Kraft der Schwere

geſchiehet die Wirkung der Materie mit allen ihren Theilen zugleich unmittelbar auf alle Theile einer andern Materie (nämlich derjenigen, welche mit jener durchs Abwiegen das Gleichgewicht hält), und iſt folglich bey gleichen Entfernungen offenbar der Menge der Theile proportional. Ueberdem ertheilet ſich der anziehende Körper dadurch ſelbſt auch eine Geſchwindigkeit mit, nämlich durch den Widerſtand des gezogenen, welche gerade der Menge der Theile bey gleichen äußern Umſtänden proportioniret iſt. Folglich geſchiehet auch hier die Schätzung der Quantität der Materie, wiewohl indirekt, doch in der That vermittelſt der Bewegung.

Einige Naturforſcher behaupten, daß es Materie ohne alle Schwere gebe. Es lehret aber die Erfahrung unläugbar, daß alle materielle Stoffe, welche mit unſerer Erde in Verbindung ſind, ſchwer gegen dieſe ſind; einige wenige ſcheinen nur mit dieſer Erfahrung nicht übereinzuſtimmen, wie z. B. Lichtmaterie, Wärmematerie, elektriſche Materie, magnetiſche Materie u. ſ. f. Allein dieſe wenigen Stoffe, von deren Natur und Beſchaffenheit wir bisjetzt noch gar keine Kenntniß haben, geben uns noch gar kein Recht, von der allgemeinen Regel, daß alle mit unſerer Erde verbundene Materie gegen ſelbige ſchwer iſt, abzugehen. Vielmehr läßt ſich mit weit größerer Wahrſcheinlichkeit behaupten, daß auch dieſe Stoffe als materiel betrachtet gegen die Erde ſchwer ſind. M. ſ. expanſible Flüſſigkeiten, Schwere.

Noch mehr iſt es der allgemeinen Erfahrung entgegen, materielle Stoffe von negativer Schwere anzunehmen. Denn dieſe würden offenbar ihrem eigenen Beſtreben, von der Erde ſich zu entfernen, ungehindert folgen, und ins Unendliche zerſtreuet werden, indem ſelbſt die Verbindung anderer Materie mit ihnen nicht hinreichend wäre, ſie zurückzuhalten. Diejenigen Naturforſcher, welche dieſe Meinung von der negativen Schwere einiger Stoffe zur Erklärung verſchiedener Phänomene angenommen hatten, ſind jedoch wieder davon abgegangen, indem man alle dieſe Er-

ſcheinungen ohne eine ſolche Behauptung weit glücklicher erklären kann.

Wenn die Maſſen der Körper durch Vergleichung ihrer Gewichte geſchätzet werden ſollen, ſo muß dieſe Vergleichung nicht im luftvollen Raume geſchehen. Das wahre Gewicht der Körper findet man nur alsdann, wenn man zu dem im luftvollen Raume gefundenen Gewichte das Gewicht der Luft, welche die Körper verdrängen, hinzuſetzet. In den meiſten Fällen iſt jedoch das Gewicht der Luft unbeträchtlich, und nur alsdann nicht zu vernachläſſigen, wenn ſehr leichte Körper einen großen Umfang einnehmen. M. ſ. **Gewicht** (Th. II. S. 769 f.).

In der Mechanik wird ſehr oft das Gewicht als Ausdruck der Maſſe gebrauchet. Dieß geſchiehet jederzeit in den Fällen, wo Maſſen durch Vergleichung mit Gewichten beſtimmt werden. Setzt man die Maſſe eines Körpers = M, ſein Gewicht = P, und die beſchleunigende Kraft = f, ſo hat man $P = f.M$, und $\frac{P}{f} = M$, folglich $P = M$, wenn $f = 1$ iſt, welches in allen Fällen Statt findet, wenn Körper ruhend, nicht in Bewegung ſind; denn alsdann wird jederzeit das Gewicht eines Körpers nur in Vergleichung mit dem Gewichte eines andern Körpers, welches zur Einheit angenommen iſt, beſtimmt. Wenn z. B. ein Körper auf einem recht glatten Brete an einem Faden im Kreiſe herumgeſchwungen wird, ſo findet man nach der unter dem Artikel, **Centralbewegung** (Th. I. S. 525.) gefundenen Formel $\lambda = \frac{\gamma^2}{2g\alpha}$ die Größe des Zuges gegen den Mittelpunkt. Iſt nämlich die Geſchwindigkeit des Körpers in einer Sekunde $= 2' = \gamma$, der Halbmeſſer des Kreiſes $= 2' = \alpha$ und $g = 15$, ſo ergibt ſich $\lambda = \frac{4}{4.15} = \frac{1}{15}$, oder die Größe des Zuges gegen den Mittelpunkt beträgt $\frac{1}{15}$ der Gravitation. Iſt das Gewicht des Körpers = 15 Loth, ſo

erfordert er einen Zug von 1 Loth bewegender Kraft. Eben ſo ſtark ſpannt er den Faden, an welchem er geſchwungen wird. Hier nehmen diejenigen, welche dem atomiſtiſchen Syſteme zugethan ſind, an, die Schwere des Körpers ſey ſo lange, als er auf dem Brete liege, ganz aufgehoben, Bewegung und Schwung erhalte ſich bloß durch Trägheit, und der Ausdruck 15 Loth ſey bloß Ausdruck ſeiner Maſſe und zwar ſeiner trägen Maſſe, nicht ſeines Gewichtes. Allein träge Maſſe allein kann gar keinen Widerſtand leiſten. Meiner Meinung nach hat es hiermit folgende Bewandniß. So lange der Körper auf dem Brete ruhet, übt er vermöge der Wirkung der Anziehung unſerer Erde einen Druck auf ſelbiges aus, und eben dieſer beſtimmte Druck heißt nun ſein Gewicht, keinesweges aber hat er dadurch ſeine Schwere verloren, indem er immer noch ein Beſtreben behält, gegen den Mittelpunkt der Erde ſich hinzubewegen, er kann nicht als bloß träger, als nicht ſchwerer Körper betrachtet werden. Sobald er aber durch eine äußere Kraft in Schwung gebracht wird, ſo erhält er dadurch bloß eine von der Richtung der Schwere veränderte Richtung, und wenn gleich der Körper durch den Schwung eine ſo große Geſchwindigkeit erhalten ſollte, daß die Beſtrebung nach dem Mittelpunkte der Erde zu gehen ganz aufgehoben, mithin das Bret vom Körper gar nicht mehr gedrückt würde, ſo muß er doch noch als ſchwerer Körper betrachtet werden, d. h. um ſeine bewegende Kraft zu berechnen, muß erſt ſeine Maſſe durchs Gewicht beſtimmt ſeyn. Wenn daher angenommen wird, daß der Körper, welcher in eine ſchwingende Bewegung verſetzet werden ſoll, 15 Loth wieget, ſo kann dieß nicht Ausdruck einer bloß trägen Maſſe, ſondern es muß Ausdruck des Gewichts, mithin der ſchweren Maſſe ſeyn, indem es noch vor der Schwungbewegung des Körpers in Vergleichung mit dem Gewichte von 1 Loth beſtimmmt wurde.

Materie, materieller Stoff, körperlicher Stoff (materia corporum, matière, matière des corps) heißt

überhaupt das, was einen Raum erfüllt. Mit der Vorſtellung von etwas Körperlichen iſt auch allezeit die Vorſtellung der Ausdehnung unzertrennlich verbunden, d. h. es muß in einem Raume enthalten ſeyn, welchen man nach dreyerley auf einander ſenkrecht ſtehenden Richtungen abmeſſen oder worin man Länge, Breite und Höhe unterſcheiden kann. Ob alſo gleich von der Vorſtellung des Körpers die Vorſtellung des Raumes nicht getrennt werden kann, ſo folgt doch daraus nicht, daß der Raum eine Eigenſchaft der Materie an ſich ſey; vielmehr iſt er die Form der äußern ſinnlichen Anſchauung, und Materie die bloße Erſcheinung unſerer äußern Sinne überhaupt.

Der Anſchauung muß ein äußerer Eindruck vorangehen. Denn auch auf todte Materie kann nicht gewirket werden, es ſey denn, daß ſie zurückwirke. Auf uns ſoll aber nicht wie auf todte Materie gewirket werden, ſondern dieſe Wirkung ſoll zum Bewußtſeyn kommen. Es muß daher nothwendig der Eindruck auf eine urſprüngliche Thätigkeit in uns geſchehen, welche ſelbſt nach dem Eindruck noch frey bleiben muß. Die eigentliche Phyſik, welche ſich bloß mit den Erſcheinungen materieller Dinge, ſo wie ſie aus den Erfahrungen hergeleitet werden können, beſchäftiget, läßt es zwar unbeantwortet, wie der Eindruck der Materie auf uns möglich, und wie überhaupt die Möglichkeit der Materie gedenkbar ſey, und überläßt vielmehr die Beantwortung dieſer Fragen der Metaphyſik; allein zuletzt muß ſie ſich doch ganz auf metaphyſiſche Unterſuchungen ſtützen, und dieſerwegen wird es nicht unſchicklich ſeyn, in möglichſter Kürze die Meinungen anzuführen, welche ſich die Weltweiſen von dem Weſen der Materie und ihrer Einwirkung auf uns gemacht haben.

Die älteſten Weltweiſen nahmen ſeelenartige Kräfte in der Materie an, welche ſie *ποιοτητας* nannten. Sie glaubten, die Materie ſey ewig, und hielten die lebendigen Kräfte für Ausflüſſe eines allgemeinen Weltgeiſtes; die Theile der Materie aber ſtellten ſie ſich immer noch als materiell und ausgedehnt

ausgedehnt vor, und betrachteten den Weltgeiſt entweder als bloß materiell, oder als eine in ſeine Materie eingekleidete Denkkraft.

Leucipp und noch mehr ſein Schüler **Demokrit** verwarfen die ſeelenartigen Kräfte der materiellen Theile, ſetzten zwey Hypotheſen, nämlich den leeren Raum und die erſten Grundkörperchen oder Atome, voraus, und ſuchten daraus die ganze lebendige Natur durch Einwirkung äußerer Kräfte herzuleiten. Den Atomen gaben ſie folgende Eigenſchaften, abſolute Undurchdringlichkeit, Ausdehnung, Bewegung und Schwere. Dieſe ſogenannte atomiſtiſche Philoſophie, welche bis auf unſere Zeiten den allgemeinen Beyfall der Phyſiker erhalten hat, wurde nachher von der epicureiſchen Schule angenommen, und iſt von **Lucrez** in dem Gedichte, de rerum natura, mit vielen Zuſätzen vorgetragen worden. Die Idee, daß die materielle Welt aus den erſten Theilchen, Grundkörperchen, zuſammengeſetzet ſey, iſt, wie **Cudworth** [a]) beweiſet, älter, als Leucipp und mit der epicureiſchen Schule mehreren Schulen gemein geweſen. Die ältern Philoſophen legten nur dieſen Theilchen ſeelenartige Kräfte bey, dahingegen die Epicuräer ſelbige für nichts als lebloſe Materie ausgaben. **P. Gaſſendi** [b]) hat dieſes Syſtem von dem Vorwurfe, daß es zu dem Atheismus führe (daher auch ſelbſt **Demokrit** für einen Atheiſten gehalten wurde), zu reinigen geſuchet, den leeren Raum gegen die Peripathetiker vertheidiget, und die Naturlehre mechaniſch aus den Figuren und andern Eigenſchaften bloß materieller Atome abgeleitet, wodurch die atomiſtiſche Phyſik ihre neuere Geſtalt erhielt.

Carteſius machte einen genauen Unterſchied unter den Geiſtigen oder durchaus Einfachen, und dem Materiellen, und ſetzte das Weſen des letztern ganz allein in die Ausdehnung. Seinem Syſteme hat man den Nahmen **Dualis**-

a) Syſtem. intellect. ex edit. *Moshemii.* Jenae 1733. fol. Tom. I. pag. 9.

b) Syntagma philoſophiae Epicuri.

mus gegeben, weil es alle Weſen in die zwey ganz verſchiedenen Claſſen der geiſtigen und körperlichen eintheilet. **Carteſius** lehret, daß wir bey Betrachtung der Dinge außer uns an allen zweifeln ſollen. Von unſerem Selbſt wären wir überzeugt, weil dieſes bloß in der Denkkraft beſtehe, von den Dingen außer uns aber müßten wir erſt fühlen, daß Ausdehnung, Bewegung, Geſtalt und alle übrige Eigenſchaften dem Körperlichen zukomme. Die Materie nimmt er zuſammengeſetzt aus Theilen an, welche zwar in der Wirklichkeit untheilbar oder Atomen, im Verſtande aber noch theilbar und ausgedehnet wären. Alles Ausgedehnte ohne Materie, oder den leeren Raum, läugnet er ſchlechterdings. Denn wenn man die körperliche Subſtanz von der Ausdehnung trenne, ſo bleibe entweder gar keine Subſtanz mehr, oder doch nur ein verworrener Begriff von geiſtiger Subſtanz übrig; der wahre Begriff vom Körperlichen bleibe immer da, wo man die Ausdehnung ſich gedenke. Dem Schöpfer läßt er die Welt aus einem harten Stoffe bilden, der in Theile von unendlich verſchiedenen Formen zerſchlagen und in Bewegung geſetzet worden. M. ſ. den Artikel, **Erdkugel** (Th. II. S. 231.).

Die Grundſätze ſeines Syſtems ſind dieſe: daß man alles aus der Lage, Figur und Bewegung der Materie erklären müſſe, und daß Ausdehnung einerley mit Materie ſey. Die Theile der Materie, welche **Carteſius** annimmt, ſind von den Atomen der Alten darin verſchieden, daß ſie an ſich noch theilbar ſind, daß ſie ſich in keinem leeren Raume befinden, daß ihnen die Schwere nicht eigenthümlich ſey, ſondern erſt durch ihre Lage und Bewegung gegen andere Körper beſtimmt wird, und daß die Entſtehung der Welt aus ihnen ganz anders, als bey den Alten, hergeleitet werden muß.

Carteſius ſelbſt ſoll ſeine Naturlehre überhaupt gegen ſeine vertrauten Freunde nur ſeinen Roman genannt haben, wie P. **Rapin** *) mit folgenden Worten anführet: "Des-Cartes

*) Reflexions ſur le philoſoph. p. 353.

Cartes conſtruit vne phyſique nouvelle ſur des principes, qui ne ſont pas tout à fait nouveaux, il traite lui-même ſon ſyſtème de chimère; car c'eſt ainſi qui l'en parloit à ſes confidens, appellant ſa philoſophie ſon roman".

Newton gab ſich mit metaphyſiſchen Unterſuchungen nicht ab. An einigen Stellen ſeiner Princip. führet er bloß an, daß er die Materie als eine Zuſammenhäufung kleinſter Theilchen betrachte, die ſelbſt materiell und ausgedehnet ſind, und durch eine Kraft, deren Natur er nicht weiter unterſuchet, ſehr ſtark unter einander zuſammenhängen. So gehöret alſo Newton's Phyſik ebenfalls zu dem atomiſtiſchen Syſteme. Uebrigens beſtreitet er des Carteſius vollen Raum, und den irrigen Begriff, daß Ausdehnung nichts weiter als Materie ſey. Durch eine fruchtbare Anwendung der Mathematik beweiſet er, daß die Anziehung der Materie gegen einander eine allgemeine Erſcheinung ſey, läßt aber die Natur und die Urſache der Kräfte überhaupt ganz unentſchieden, und wagt ſich noch viel weniger an das Problem, wie Materie und Geiſt in einander wirken.

Weil der Dualismus des Carteſius noch viele Schwierigkeiten in Abſicht auf die Verknüpfung zwiſchen Materie und Geiſt zurückläßt, ſo ſind dadurch eine große Menge metaphyſiſcher Syſteme veranlaſſet worden. Dahin gehöret zuerſt der **Idealismus**, nach welchem es gar keine Materie gibt. Die Vorſtellungen, welche man davon hat, ſind nichts weiter, als Vorſpiegelungen, welche die Gottheit in uns erwecket. Zu dieſer Meinung hatte Carteſius ſelbſt Gelegenheit gegeben, indem er das Daſeyn der Materie bloß aus dieſer Urſache erweiſe, daß uns Gott nicht täuſchen werde, uud ſelbſt zur Entſtehung der Vorſtellungen von Materie die Mitwirkung der Gottheit für nöthig hält. Darauf ſtützte der P. **Malebranche** *) den Satz, daß wir alle Dinge in Gott ſehen, und daß uns ſelbſt der

*) De la recherche de la verité. à Paris 1721. II. Tom. 4. Par. Tom. II. lib. III. chap. 1.

Glaube berechtige, das Daſeyn aller Dinge außer Gott und den Geiſtern zu läugnen. Die Wirkung der Materie auf unſern Geiſt betrachtete er alſo ebenfalls als eine unmittelbare Einwirkung der Gottheit. **Berkeley** [a]) machte den Idealismus demonſtrativ, und zeigte, daß uns die Gottheit nicht ein Mahl täuſche, weil in der That etwas außer uns exiſtire, nämlich die göttlichen in unſern Geiſt wirkenden Ideen.

Die Syſteme des **Spinoza** und **Hume** gehen noch weiter. Das erſtere nimmt eine einzige Subſtanz an, welche in unendlicher Denkkraft und Ausdehnung beſtehe, ſo daß alle geiſtige Erſcheinungen Zuſtände dieſer einzigen Denkkraft, und alle materielle Phänomene Zuſtände eben dieſer einzigen Ausdehnung ſind. Das Syſtem des **Hume** nimmt ſogar keine Subſtanzen, Subjekte und ſelbſtſtändige Dinge an, ſondern läßt alles Geiſtige und Körperliche als ein Reihe vorübergehender Erſcheinungen beſtehen.

Dem Idealismus iſt der **allgemeine Materialismus** entgegengeſetzet. Nach dieſem iſt nämlich alles nicht allein was außer uns iſt, ſondern auch unſere Seele, als eine Zuſammenſetzung materieller Subſtanzen zu betrachten, welches ſchon viele alte Philoſophen behauptet haben, ob man gleich alle keines groben Materialismus beſchuldigen kann.

Der Herr von **Leibnitz** [b]) führte, um den Eindruck der Materie auf unſern Geiſt beſſer, als nach dem Dualismus, Idealismus und Materialismus zu erklären, die **Monaden** ein. Er glaubte nämlich, daß auf unſern Geiſt nichts weiter, als ebenfalls etwas Geiſtiges wirken könne, und daß alle unſere Begriffe von Materie ſich zuletzt in bloße Begriffe von Erſcheinuugen und Eigenſchaften auflöſen müßten. Daher verwarf er die Wirklichkeit ausgedehnter

[a]) Treatiſe concerning the principles of human knowledge, Dialogues between Hylas and Philonous.

[b]) Princip. philoſoph. in opp. p. *Lud. Dutens*. Genev. 1768. VI. Tom. 4. Tom. II.

gedehnter Atomen, und behauptete, daß ſie als ausgedehnte Subſtanzen doch wenigſtens im Verſtande noch theilbar ſeyn müßten; und folglich keine wahren ausdrücklichen Einheiten wären. Zu dem Ende betrachtete er alle Eigenſchaften der Materie für einen bloßen Schein, und den phyſiſchen Körper, ſo wie er ſich unſerer Empfindung darſtellet, als ein verworrenes Phänomen der Wirkungen einfacher Subſtanzen auf unſere Sinne. Die einfachen Subſtanzen oder Monaden hält er für ähnlich mit den geiſtigen, als Vorſtellungskräfte, wovon eine jede ihre eigene Grundbeſtimmung hat. Die ganze Welt macht eine zuſammenhängende Reihe ſolcher Vorſtellungskräfte aus, deren Größe und Beſchaffenheit verſchieden iſt. Die in der Ruhe ſich befindenden Vorſtellungskräfte ſind die Subſtanzen der ſcheinbaren Materie, welche ohne Bewußtſeyn nur verworrener Eindrücke fähig ſind; die wachenden aber ſind die Geiſter, von der niedrigſten bis zur höchſten Geiſtesart in ſtetiger Reihe. Die vollkommenſten aller wirklichen und möglichen Vorſtellungskräfte iſt die Gottheit ſelbſt, welche in ſich ſelbſt alle mögliche Subſtanzen mit ihren Eigenſchaften und Verhältniſſen aufs deutlichſte und ohne vorbildende Außendinge vorſtellet. Vollſtändiger findet man die leibnitziſche Monadologie vorgetragen beym **Alexander Gottlieb Baumgarten.**

Dieſe Einführung der Monaden hebt zwar allen Materialismus auf, ſetzt den Idealismus etwas eben ſo, Mögliches und Unwiderlegliches an die Seite, und zeigt die Möglichkeit der Vereinigung zwiſchen Geiſt und Körper, welches nach dem Dualismus nicht eingeſehen werden kann. Allein man muß hierbey noch vorzüglich folgenden wichtigen Unterſchied machen, ob das Zuſammengeſetzte als Ding an ſich gegeben, oder ob es nur in der Erſcheinung gegeben iſt; im erſtern Falle muß freylich das Zuſammengeſetzte aus dem Einfachen beſtehen, denn die Theile müſſen hier vor aller Zuſammenſetzung gegeben ſeyn. Aber das Zuſammengeſetzte in der Erſcheinung beſteht nicht aus dem Einfachen, weil in der Erſcheinung, welche nie anders als zuſammen-

geſetzt (ausgedehnt) gegeben werden kann, die Theile nur durch Theilung und alſo nicht vor dem Zuſammengeſetzten, ſondern nur in demſelben gegeben werden können. Nach Herrn **Kants** Urtheile iſt der Herr **von Leibnitz** nicht ein Mahl richtig verſtanden worden. **Leibnitzens** Meinung ſey nicht, den Raum durch die Ordnung einfacher Subſtanzen neben einander zu erklären, ſondern ihm vielmehr dieſe als correſpondirend, aber zu einer bloß intelligibeln für uns unbekannten Welt, gehörig zur Seite zu ſetzen, und nichts anders zu behaupten, als daß der Raum ſamt der Materie, davon er die Form iſt, nicht die Welt von Dingen an ſich ſelbſt, ſondern nur die Erſcheinung derſelben enthalte, und ſelbſt nur die Form unſerer äußern Anſchauung ſey.

Der P. **Boscowich** [α]) behauptet, daß die Materie bloß aus phyſiſchen Punkten beſtehe, welche mit abſtoßenden und anziehenden Kräften in beſtimmten Wirkungskreiſen verſehen ſind. Allein das Unzulängliche dieſer Hypotheſe iſt bereits unter dem Artikel, **Licht**, widerleget worden.

Prieſtley [β]), welcher bereits dieſe Meinung in ſeiner Geſchichte der Optik erwähnet, und zugleich erzählet, daß ſein Freund **Mitchell** dieſen Gedanken in ſeinen jüngern Jahren gehabt habe, hat dieſe Idee weiter auszuführen geſuchet. Er behauptet nämlich, daß die Materie aus nichts weiter beſtehe, als aus Zurückſtoßungen und Anziehungen, welche ſich auf gewiſſe mathematiſche Punkte im Raume beziehen. Er wendet dieſes Syſtem auf eine eigene Art zur Vertheidigung des Materialismus an, indem er dafür hält, es laſſe ſich die Seele ganz wohl aus einer veredelten Materie erklären, welche bloß aus Kräften beſtehe, und alſo auch wohl die Kraft zu denken und zu empfinden haben könne. Seine Behauptungen gehen zuletzt ſo weit, daß er der geiſtigen Subſtanz alle Einheit und Untheilbarkeit abſpricht.

Herr

α) Theoria philoſoph. naturalis. Venet. 1763. 8.
β) Diſquiſitions relating to Matter and ſpirit. Lond. 1778. 8.

Herr de Lüc [a]) hat die Behauptungen des Herrn Prieſtley umſtändlich zu widerlegen geſucht. Er hat ſich zu zeigen bemühet, daß Kraft, welche bloß auf einen mathematiſchen Punkt im Raume Bezug hat, Wirkſamkeit ohne Subſtanz, ein leerer Ausdruck ſey; daß Anziehungs- und Zurückſtoßungskraft nichts weiter als Anziehen und Abſtoßen, keinesweges aber Selbſtgefühl, Denken und Empfinden erkläre, und daß Elemente eines ſich ſelbſt fühlenden Ganzen ebenfalls Selbſtgefühl beſitzen müſſe, welches allen Begriff von Elementen aufhebe, indem nur ein einziges Element das ganze Phänomen erkläre; daß endlich die Wirkungskreiſe, welchen doch Prieſtley eine Ausdehnung geben müſſe, einander verdrängen müßten, wodurch der eine Wirkungskreis ſeine ihm ertheilte Bewegung fortzuſetzen genöthiget ſey, daß man zuletzt alſo immer wieder auf Materie kommen müſſe, welche träg und undurchdringlich wäre. Herr de Lüc ſelbſt iſt ein eifriger Anhänger der atomiſtiſchen Phyſik, und ſuchet die Schwierigkeit des Dualismus mit wenigen ſo zu heben, daß er annimmt, es gebe nicht nur Subſtanzen, ſondern auch Eigenſchaften der Materie, welche nicht in unſere Sinne fallen. Vermittelſt dergleichen Eigenſchaften können Materie und Geiſt in einander wirken.

Eine andere Vorſtellung von dem Weſen der Materie macht ſich D. Peart [b]). Er ſucht die ganze Natur aus Materie und dem Anziehen beym Berühren zu erklären, und nimmt zu dieſer Abſicht zweyerley Arten von Materie an, eine fixe und eine thätige. Bey der fixen Materie findet bloß Anziehen und Undurchdringlichkeit Statt; ſie zieht nämlich die Theile der thätigen Materie an. Dieſe thätige Materie hat die beſondere Eigenſchaft, ſich in geraden Strahlen zu verbreiten, welche von der fixen Materie, wie

[a]) Phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, mit Abkürz. a. d. Franzöſ. überſ. Th. I. S. 88.

[b]) On the elementary principles of nature and the ſimple laws, by which they are governed, by E. *Beart* M. D. Gainsborough 1779. 8. E. Peart's Verſuch über die Urſtoffe der Natur und ihre Geſetze a. d. Engl. von D. Kühn. Leipz. 1791. 8.

wie von einem Mittelpunkte ausgehen, und um dieſe Atmoſphären bilden. Die thätige Materie iſt wieder von doppelter Art, wovon **Peart** die eine den **Aether** und die andere das **Phlogiſton** nennet. Dieſe beiden Arten ziehen ſich unter einander ſehr ſtark an, wenn ſie in gleichem Grade thätig ſind. Ein fixes Theilchen, mit einer Atmoſphäre von Aether umgeben, bildet **erdigten**, und ein Theilchen mit einer Atmoſphäre von Phlogiſton **ſäurezeugenden Stoff**. Atmoſphären von gleichartigen Theilen drücken auf einander, hingegen ungleichartige ziehen ſich an, und verurſachen dadurch, daß ihre Mittelpunkte in Berührung kommen. Durch die Anziehung der beiden Arten von thätiger Materie geſchiehet es, daß die phlogiſtiſchen Atmoſphären die ätheriſchen, und dieſe jene umgeben. Wenn nun dergleichen zuſammengeſetzte Atmoſphären von verſchiedener Art ſich berühren, ſo vereinigen ſich die äußern Atmoſphären ſo weit, daß die innern ſich berühren und ſättigen, da alsdann aus der Berührung der fixen Mittelpunkte ein feſter Körper entſteht. Die äußern Atmoſphären, welche nun von den geſättigten innern nicht mehr angezogen werden, bilden freye Flüſſigkeit, wie das Licht und Feuer.

Bey einer größern Menge fixer Theilchen iſt auch eine größere Menge thätiger Theilchen wirkſam, mithin auch die Anziehung ſtärker. Daraus entſpringt die Gravitation, durch welche jede materielle Maſſe mit allen andern verbunden wird.

Aus dieſen Vorausſetzungen erkläret nun **Peart** die vornehmſten Geſetze der Schwere, der chemiſchen Verwandtſchaften, der Elektricität u. ſ. f. Man ſieht aber ſehr leicht ein, daß vor allen Dingen erſt zu erweiſen wäre, ob alle dieſe Vorausſetzungen in der Natur wirklich Statt fänden. Meines Erachtens ſind dieß bloß Fiktionen, wie man dergleichen mehrere andere hat, aus welchen ſich die genannten Geſetze gleich gut herleiten laſſen, ob ſie gleich ſchwerlich aus der Erfahrung bewieſen werden können.

Unter

Unter allen Philoſophen ſcheint **Kant** das Weſen der Materie am wahrſcheinlichſten in anziehende und zurückſtoßende Kräfte zu ſetzen, wie er mit einem ihm eigenen Scharfſinne in ſeinen metaphyſiſchen Anfangsgründen der Naturwiſſenſchaft gezeiget hat. Alles hierher Gehörige iſt bereits unter dem Artikel, **Grundkräfte**, angezeiget worden.

Materie, elektriſche ſ. **Elektricität.**

Materie des Feuers ſ. **Wärmematerie.**

Materie des Lichtes ſ. **Licht.**

Materie, magnetiſche ſ. **Magnet.**

Materie, ſchwermachende ſ. **Schwere.**

Mathematik, Größenlehre (matheſis, mathemata, les mathématiques) heißt die Wiſſenſchaft, aus bekannten Größen andere unbekannte zu finden, und ſelbige mit einander zu vergleichen. Sie hat ihren Nahmen von dem griechiſchen Worte *μάθησις* oder *μάθημα* (doctrina ſ. diſciplina) erhalten, weil ſie bey den Griechen als die einzige Wiſſenſchaft betrachtet wurde, nach welcher man richtig denken lerne. Dieſerwegen wurde ſie auch beſtändig als eine Vorbereitung zu den philoſophiſchen Wiſſenſchaften getrieben.

Man theilet die Mathematik in **reine** (matheſis pura, abſtracta) und **angewandte** (matheſis applicata, mixta) ab. Jene betrachtet die Größen von allen andern Eigenſchaften der Dinge, an welchen ſie wahrgenommen werden, abgeſondert, dieſe aber zugleich die Eigenſchaften der Dinge mit, bey denen ſich die Größen finden.

Weil eine jede Größe theils als eine Menge von Theilen, ohne auf ihre Verbindung und Lage gegen einander zu ſehen, theils aber auch als ein Ganzes, deſſen Theile in ununterbrochenem Zuſammenhange ſtehen, betrachtet werden kann, ſo erhellet daraus, daß die reine Mathematik in zwey andere Haupttheile zerfällt, nämlich in die **Arithmetik** oder **Rechenkunſt**, und in die **Geometrie** oder **Meßkunſt**. Jene gibt nämlich Unterricht von den Geſetzen derjenigen Größen, welche bloß als Mengen von Theilen, die zuſammen-

zuſammengenommen oder gezählet ein Ganzes geben, angeſehen werden, dieſe aber von denjenigen Größen, deren Theile zuſammenhängende Theile eines Raumes ſind. Außer dieſen beiden genannten Wiſſenſchaften, Arithmetik und Geometrie, rechnet man auch noch zur reinen Mathematik die **Trigonometrie** oder die Wiſſenſchaft, unbekannte Seiten oder Winkel eines Dreyecks zu berechnen. Dieſe wird nach Verſchiedenheit der Dreyecke in die **ebene** oder **körperliche (ſphäriſche)** Trigonometrie abgetheilet. Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie machen zuſammen die **Elementar- oder gemeine Mathematik** (matheſis elementaris, mathemata inferiora) aus.

Noch gibt es allgemeine Kunſtgriffe, um aus dem Bekannten das Unbekannte zu finden, indem man das Unbekannte als bekannt betrachtet, und nun rückwärts durch Schüſſe auf dasjenige geleitet wird, was man vorzunehmen hat, um das Unbekannte zu finden. Dieſe Kunſtgriffe machen die **mathematiſche Erfindungskunſt**, oder **mathematiſche Analyſe** aus, welche ſich in verſchiedene Zweige verbreitet. Die nächſte Vorbereitung zu dieſer iſt die **allgemeine Rechenkunſt** oder **Buchſtabenrechnung**, welche lehret, durch Hülfe allgemeiner Zeichen und deren Subſtitution Größen überhaupt zu erfinden. Die **Algebra** beſchäftiget ſich mit der Lehre von den Gleichungen und deren Auflöſung; die **Rechnung des Unendlichen** findet aus der Vergleichung zwiſchen veränderlichen Größen die Vergleichung zwiſchen den Geſchwindigkeiten, womit ſie ſich ändern (**Differenzialrechnung**), oder umgekehrt aus dieſer Vergleichung jene (**Integralrechnung**). Alle dieſe großen Theile ſind unter dem Nahmen der **höhern Rechenkünſt** enthalten. Die Anwendung der höhern Rechenkunſt zur Beſtimmung krummer Linien wird in der **höhern Geometrie** gezeiget. Die mathematiſche Erfindungskunſt mit ihren Zweigen und die höhere Geometrie rechnet man zur **höhern Mathematik** (matheſis ſublimior, mathemata ſublimiora).

Der Gegenſtand der angewandten Mathematik iſt die Körperwelt ſowohl im Kleinen als Großen. Es können daher in der angewandten Mathematik ſo viele Theile geben, als es Gegenſtände gibt, welche einer Ausmeſſung unterworfen werden können. Gewöhnlich rechnet man hierher die Kräfte der Körper, das Licht und die himmliſchen Körper. Dadurch zerfällt die angewandte Mathematik bey ihrem Vortrage in die drey Hauptabſchnitte der **mechaniſchen, optiſchen** und **aſtronomiſchen Wiſſenſchaften**. Ein jeder von dieſen Hauptabſchnitten begreift, wiederum verſchiedene Theile. M. ſ. die Artikel, **Mechanik, Optik, Aſtronomie**.

Die **bürgerliche**- und **Kriegsbaukunſt**, auch die **Schiffsbaukunſt**, welche unter dem allgemeinen Nahmen der **architectoniſchen Wiſſenſchaften** begriffen werden können, ſo wie die **Geſchützkunſt** oder **Artilleriewiſſenſchaft** haben verſchiedene mathematiſche Lehrer mit zur angewandten Mathematik gerechnet. Außer den Anwendungen der Geometrie und Rechenkunſt, mit beſondern Theorien aus den mechaniſchen Wiſſenſchaften verbunden, erfordern ſie aber in der Ausübung eine Menge anderer Kenntniſſe, welche nicht mathematiſch ſind. Daher werden dieſe Wiſſenſchaften von einigen als beſondere Wiſſenſchaften betrachtet, oder ſie bringen ſelbige in einen neuen Haupttheil unter dem Nahmen der **vermiſchten Mathematik** zuſammen. Die Mathematik wird auch ſogar auf Dinge angewendet, welche nicht ſinnlich ſind. Sie gibt nämlich Anweiſungen, wie Wahrſcheinlichkeiten und Hoffnungen bey Spielen, Dauer des menſchlichen Lebens bey Leibrenten, Tontinen, Wittwenkaſſen u. dergl. einer Berechnung zu unterwerfen ſind. Hiervon können beſonders die Abhandlungen des Herrn **von Florencourt** *) nachgeleſen werden. Ueberhaupt gibt es wenig menſchliche Verrichtungen, von welchen nicht ein Theil

*) Abhandlungen aus der juriſtiſchen und politiſchen Rechenkunſt Altenb. 1781. 4.

Theil auf mathematiſchen Gründen beruhete. So macht ſich oft ein Künſtler oder Handwerker mathematiſche Regeln von ſeinen Beſchäftigungen, welche ihn ſeine Aufmerkſamkeit lehret, ob er gleich ihren Zuſammenhang mit allgemeinern Gründen nicht einſieht. Auf ſolche Art erfindet ſich faſt jeder eine gewiſſe natürliche Mathematik zu ſeinem Gebrauch, welche aber nur in die engen Grenzen dieſes ſeines Gebrauchs eingeſchränket iſt. Zur Ueberſicht des Umfanges der mathematiſchen Wiſſenſchaften iſt beſonders eine Schrift des Herrn **Büſch** *) zu empfehlen.

Da es in der lebendigen Natur vorzüglich auf Größe der Wirkung, mithin auch auf die der wirkenden Kräfte, und überhaupt zuletzt alles auf Bewegungen ankömmt, ſo iſt es ganz leicht zu begreifen, daß ein Phyſiker die reine Mathematik ganz in ſeiner Gewalt haben müſſe. Die Mathematik gibt ſelbſt oft Gelegenheit, die nächſte Urſache von dem Phänomene zu entdecken; allein ſie muß nicht auf willkürliche Hypotheſen angewendet werden, indem man ſonſt durch die erhaltenen Reſultate verführet werden kann, die angenommene Hypotheſe für die wahre Urſache zu halten, ob ſie gleich nichts weniger als ſolche iſt. Beyſpiele findet man an **Eulers** Aether, bey Erklärung des Geſetzes der Brechung des Lichtes in brechenden Materien u. ſ. f. M. ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen, Licht.** Die Anwendung der Mathematik wird alsdann erſt recht fruchtbar; wenn ſie ſtets durch die Erfahrung geleitet wird.

Die vornehmſten Theile der angewandten Mathematik ſind in der That nichts weiter, als Theile der Phyſik. Sie werden nur ihres weiten Umfanges wegen als beſondere Wiſſenſchaften betrachtet, können aber nie ganz von der Naturlehre getrennt werden, wenn man in ſelbiger nicht bloß Naturgeſchichte und Chemie vortragen will. Es iſt freylich nicht nöthig, und wäre ſelbſt zweckwidrig, in der Phyſik die Grundlehren der Mathematik vollſtändig abzuhandeln, der

*) Mathematiſche Encyclopädie, neue ganz umgearbeitete Auflage. Hamburg 1794. 8.

der Phyſiker muß ſie aber alle wiſſen, indem er ſonſt über die erhabenſten Gegenſtände der Natur kein richtiges Urtheil fällen kann. Obgleich die Grenzen, welche man bey einem zweckmäßigen Vortrage der Naturlehre zwiſchen ihr und der Mathematik zu ziehen hat, ſchwer zu beſtimmen ſind, ſo halte ich meines Erachtens dafür, lieber etwas mehr, als zu wenig Mathematik vorzutragen. Auf der andern Seite muß freylich dabey auch nicht der chemiſche Theil vernachläſſiget werden, indem man hierdurch erſt die innere Beſchaffenheit der Körper kennen lernet, da der mathematiſche Theil nur das räumliche Verhältniß derſelben, und die davon abhängenden Geſetze beſtimmt. Schöne Bemerkungen hierüber findet man beym **Karſten**, ob er gleich in ſeiner Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur die Abſonderung der Mathematik zu weit getrieben, und nach einem Plane gearbeitet hat, in welchem die Lücken zu ſichtbar ſind.

Die Mathematik hat unſtreitig im allererſten Anfange, wie die Chemie, noch keine wiſſenſchaftliche Form gehabt, ſondern iſt erſt nach und nach in ſelbige gebracht worden. Aeußerliche Verhältniſſe der Menſchen unter einander, welche ſich auf das Mein und Dein beziehen, mußten nothwendig Veranlaſſung geben, die nöthigſten praktiſchen mathematiſchen Erfindungen zu machen, welche nachher in allgemeine theoretiſche Sätze zuſammengebracht wurden. Nach den Zeugniſſen der Alten ſoll dieß zuerſt bey den Aegyptern und Phöniciern geſchehen ſeyn; dieſe erfanden nach **Strabo** die Rechenkunſt, und jene nach dem **Herodot**, **Plato** und **Ariſtoteles** die Geometrie. Die Gelegenheit zu den geometriſchen Erfindungen ſucht man gewöhnlich in den jährlichen Ueberſchwemmungen des Nils oder in einer Landabtheilung des Seſoſtris, welche **Herodot** erwähnet; allein **Ariſtoteles** leitet weit wahrſcheinlicher den Urſprung der Theorie von den ägyptiſchen Prieſtern ab, welche ſich bloß mit Betrachtung der Natur beſchäftigten, und welche gewöhnlich für Zauberer gehalten wurden. Die Kenntniſſe der Aegypter ſcheinen jedoch überhaupt nicht ſehr groß geweſen

zu ſeyn, und die ungeheueren Unternehmungen des Pyramidenbaues, der Errichtung der Obeliſken u. ſ. f., die gemeiniglich eine ſo große Meinung von den mathematiſchen Einſichten dieſes Volks erregen, können leicht bey geringen praktiſchen Kenntniſſen der Mathematik aus der Menge der Menſchen, welche man damahls zum Bauen brauchte, erkläret werden. Erſt in den Schulen Griechenlandes wurde die Theorie der Meßkunſt gehörig entwickelt. Die platoniſche Schule machte ſich hierin vorzüglich berühmt. **Plato** ſelbſt war der Erfinder der geometriſchen Analyſis, und ſeine Schüler beſchäftigten ſich beſonders mit den Kegelſchnitten und andern krummen Linien, wodurch der Grund zur höhern Geometrie geleget wurde. Die Veranlaſſung zu dieſen Erweiterungen gaben beſonders die Probleme von Verdoppelung des Würfels und von der Theilung eines Winkels in drey gleiche Theile, mit deſſen Auflöſungen ſich die meiſten Geometer damahliger Zeit beſchäftigten. Nächſt der platoniſchen Schule haben auch die Gelehrten in der alexandriſchen Schule die mathematiſchen Wiſſenſchaften ungemein bereichert. **Euklides** beſonders, welcher ungefähr 300 Jahr vor Chriſti Geburt lebte, brachte die bis zu ſeiner Zeit erfundenen Sätze der Geometrie in ein Syſtem, welches noch bis jetzt unter dem bekannten Nahmen euklideiſche Elemente als das Muſter ſowohl des geometriſchen Vortrages, als auch der Strenge der Beweiſe betrachtet wird. Dieſes ſein Syſtem beſtand aus dreyzehn Büchern, von welchen derjenige Theil der Geometrie, welcher ſich auf Betrachtung gerader Linien und des Kreiſes gründet, Elementargeometrie genannt wird. Ein anderer Mathematiker aus der alexandriſchen Schule, Nahmens **Hypſikles**, fügte in den ſpätern Zeiten dieſen dreyzehn Büchern noch zwey Bücher hinzu, welche die regulären Körper abhandeln. Keiner unter den Alten hat aber wohl die Geometrie mit ſo wichtigen Entdeckungen bereichert, als **Archimedes** von Syrakus. Außer der Lehre von der Kreismeſſung unterſuchte er in der höhern Geometrie die Eigenſchaften der ſogenann-

genannten Conoiden, erfand die Quadratur der Parabel, und diejenige krumme Linie, die von ihm den Nahmen archimediſche Spirallinie erhalten hat, u. ſ. f. Hundert Jahre nach dem Euklid ſchrieb der berühmte **Apollonius** von Perga, ebenfalls in der Stiftung zu Alexandrien, ſieben Bücher von den Kegelſchnitten. Dieſes Werk war dazumahl in der höhern Geometrie, was Euklides Elemente für die gemeine Meſſung waren. Nachher haben ſich noch verſchiedene in dem Muſeum zu Alexandrien, welches bis in das 7te Jahrhundert nach Chriſti Geburt blühete, und auch andere, in der Mathematik hervorgethan. Der Rhodier, **Geminus**, faßte ein Buch unter dem Titel, enarrationes geometricae, ab, worin er das Vornehmſte anführte, was in der Geometrie entdecket war. **Diophantus** ſchrieb 13 Bücher über die Rechenkunſt (quaeſtiones arithmeticae), welche ſich größtentheils mit unbeſtimmten Aufgaben beſchäftigten, und wovon noch 7 übrig ſind. **Pappus** unternahm ebenfalls eine nützliche mathematiſche Sammlung unter dem Nahmen, collectiones mathematicae, und **Theon** commentirte den Euklides. Von der Trigonometrie finden ſich Proben im Almageſt des **Ptolemäus**, und **Theodoſius**, der im erſten Jahrhunderte nach Chriſti Geburt lebte, handelte die Sphärik in drey Büchern ab. **Menelaus** beſchäftigte ſich ebenfalls mit der Trigonometrie, und er nebſt **Philon** bereicherten die höhere Geometrie.

Bey den Römern, welche anfänglich mit Führung der Kriege beſchäftiget waren, hatte man keine große Achtung für die mathematiſchen Wiſſenſchaften, woran auch beſonders die Verachtung gegen die Griechen und ihre Wiſſenſchaften Schuld war, obgleich die Römer denſelben ihre Geſetze zu verdanken hatten.

In dem mittleren Zeitalter erhielten ſich die mathematiſchen Wiſſenſchaften bey den Arabern oder Saracenen, welchen wir dieſe Kenntniſſe und verſchiedene Erweiterungen derſelben zu verdanken haben. Die Werke des Euklides, Archimedes, Apollonius u. ſ. f. wurden von ihnen in ihre

Sprache überſetzet, und commentirt. In der Arithmetik führten ſie die von den Indianern angenommene Bezeichnung mit zehn Ziffern ein, und brachten die Trigonometrie in beſſere Ordnung. Auch wird den Arabern, nach dem Zeugniſſe des Italiäners, **Lucas Pacciolo** oder **Lucas a Burgo**, die Erfindung der Algebra zugeeignet.

Im 15 und 16ten Jahrhunderte fing der Geſchmack für die mathematiſchen Wiſſenſchaften in den occidentaliſchen Ländern aufzuleben an. In dem Jahre 1494 gab der eben angeführte **Lucas a Burgo** die Algebra heraus, welche ſich aber nicht weiter als bis zu den Gleichungen des erſten und zweyten Grades erſtrecket. Erweiterungen behielt die Algebra durch **Scipio Ferrei**, **Tartaglia** oder **Tartalea**, **Cardanus**, **Bombelli**, und beſonders von dem Franzoſen **Franciſcus Vieta**. **Purbach** und ſein Gehülfe **Regiomontanus** und **Rhäticus** brachten die Trigonometrie zu einer größern Vollkommenheit. Ueberhaupt fing man nunmehr an, Geſchmack an den alten griechiſchen mathematiſchen Schriften zu finden, welche theils überſetzt, theils neu herausgegeben wurden. Zu dieſer Zeit erfand auch der Portugieſe **Nonius** oder **Nunnez** die bekannte bequeme Abtheilung der Grade des Winkelmeſſers in Minuten und Sekunden, welche von ihm den Nahmen **Nonius** führet.

Im Anfange des 17ten Jahrhunderts beſchäftigten ſich die Mathematiker vorzüglich mit der Trigonometrie und mit der Ausmeſſung des Kreiſes. Vorzüglich legten ſich hierauf **Adrian Metius**, **Adrian Romanus**, **Ludolph von Ceulen**, **Johann Werner**, **Rhäticus**, **Byrge**, **Neper** (welcher gewöhnlich als der Erfinder der Logarithmen angegeben wird), **Boiggs**, **Vlacq**, **Snellius**, und andere. **Kepler** und beſonders nach dieſem **Cavalieri** führten eine neue Geometrie ein (geometria indiuiſibilium), durch deren Hülfe man zu weit höhern Unterſuchungen hinauf ſteigen konnte, als es die Alten zu unternehmen im Stande waren. Der Engländer **Harriot** erleichterte

leichterte die Algebra, indem er die kleinen Buchſtaben ſtatt der großen zu gebrauchen anfing. Dieſe bequeme Schreibart wandte **Carteſius** ſehr glücklich auf die Geometrie an, und gab dadurch der Theorie der krummen Linien eine ganz neue Geſtalt. **Fermat**, **Roberval**, **Paſcal**, **Hudde**, **Barrow** und **Gregory** haben die Arithmetik und Geometrie mit einer Menge neuer Methoden und Entdeckungen bereichert. **Newton** und **Leibnitz** entdeckten endlich zu gleicher Zeit die Rechnung des Unendlichen, durch welche die ſchwerſten Probleme auf eine ſehr leichte Weiſe aufgelöſet werden konnten. Der Phyſiker muß hierin nothwendig eine Fertigkeit erlanget haben, wenn er ſich von den erhabenſten Geſetzen der bewundernswürdigen Bewegungen der Himmelskörper und überhaupt von vielen andern Gegenſtänden der Natur aufs vollkommenſte überzeugen will. Dieſer Theil der höhern Mathematik und beſonders die Integralrechnung iſt ſeitdem durch die Gebrüder **Bernoulli**, **Euler**, **Marquis d l'Hopital** u. and. ungemein erweitert, und auf viele Gegenſtände der Natur mit großem Nutzen angewendet worden. Die Rechnung des Unendlichen führte endlich in den neuern Zeiten zu der wichtigen Erfindung der Variazionsrechnung, welche zuerſt vom Herrn **de la Grange** in ein ordentliches Syſtem iſt gebracht worden.

In den neuern Zeiten iſt man vorzüglich bemüht geweſen, die mathematiſchen Wiſſenſchaften durch Abfaſſung guter Lehrbücher ausgebreiteter und gemeinnütziger zu machen. In Deutſchland beſonders war **Johann Chriſtoph Sturm** [a]) der erſte, welcher die Bahn brach; nächſt dem erwarb ſich der Freyherr **von Wolf** [b]) ein beſonderes Verdienſt durch ſeine außerordentliche Deutlichkeit und Ordnung ſeines Vortrages, den Geſchmack an Mathematik weit allgemeiner zu machen. Seine Lehrbücher ſind an ein halbes Jahrhundert hindurch, ungeachtet der Mängel,

a) Matheſis enucleata. Norimb. 1695. 8.
b) Anfangsgründe aller mathematiſchen Wiſſenſchaften. Halle 1710. IV. Theile 8.

welche ſie in Anſehung der Unvollſtändigkeit und der Schärfe der Beweiſe hatten, mit großem Nutzen gebrauchet worden. Dieſen Mängeln wurde zuerſt durch den verdienten **Hauſen** [α]) zu Leipzig abgeholfen, welchem die Herrn von **Segner** [β]), **Käſtner** [γ]) **Karſten** [δ]), **Lorenz** [ε]) und **Schulze** [ζ]) nachfolgten.

Die Geſchichte der Mathematik hat ſehr ſchön Herr **Montúcla** [η]) erzählet, ſie geht aber nur bis zu Ende des 17ten Jahrhunderts. Aus dieſem Werke hat Herr **Scheibel** [θ]) einen Auszug gemacht, und Nachrichten von mehreren Geſchichtſchreibern der mathematiſchen Wiſſenſchaften gegeben. Auch hat Herr **Käſtner** [ι]) die Geſchichte der Mathematik ſeit der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften bis zu Ende des 18ten Jahrhunderts abgehandelt. Schriftſteller der Mathematik lernt man kennen beym **Wolf** [κ]) mit Urtheilen begleitet; noch vollſtändiger in Scheibels Einlei-

α) Elementa matheſeos. Lipſ. 1734. 4.

β) Elementa arithmeticae et geometriae. Halae 1756. 8.

γ) Anfangsg. der Arithm., Geomet., Trigon. und Perſpekt. 4te Aufl. Göttingen 1786. Anfangsgründe der angewandten Mathematik 4te Aufl. Göttingen 1792. 8. Anfangsgründe der Analyſis endlicher Größen. 3te Aufl. Göttingen 1794. Anfangsgründe der Analyſis des Unendlichen. 3te Aufl. Göttingen 1799. 8. Anfangsgründe der höhern Mechanik. 2te Aufl. Göttingen 1793. 8. Anfangsgründe der Hydrodynamik. 2te Aufl. Göttingen 1797. 8. Fortſetzung der Rechenkunſt als des Iten Theils 2ter Abſchnitt Gött 1786. 8. Geometriſche Abhandlungen I und IIte Sammlung als des Iten Theils 3te und 4te Abtheil. Gött. 1790. 1791. 8.

δ) Praelectiones matheſeos theoreticae elementaris atque ſublimioris. Roſtoch. et Gryphisw. 1760. 8. Lehrbegriff der geſammten Mathematik in 8 Theilen von 1767 — 1777. 8. Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften in 3 Theilen. Greifsw. 1778 — 1780. Auszug der mathematiſchen Wiſſenſchaften in 2 Theilen. Greifsw. 1785. 8.

ε) Die Elemente der Mathematik Th. I. neue ganz umg. Ausg. Leipz. 1793. II. Th. 1te Abtheil. Leiz. 1794.

ζ) Anfangsgründe der reinen Mathematik. Königsb. 1790.

η) Hiſtoire des mathematiques p. M. *Montucla* à Paris 1758. II. Tom. 4 maj.

θ) Einleitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß. Breslau 1769. 8. im 1, 3, und 4. Stück

ι) 1ter und 2ter Band. Götting. 1796. 1797. 8.

κ) Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften, im 4ten Theile der Anfangsgründe der mathem. Wiſſenſchaften.

Einleitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß, welche bis jetzt nur noch auf das 18te Stück gehet.

Mechanik (mechanica, méchanique) heißt im ganz allgemeinen Verſtande die Lehre von der Bewegung der Körper, und den Kräften, welche als Urſachen der Bewegungen betrachtet werden. Dieſer Haupttheil der Naturlehre erfordert mannigfaltige Anwendungen der Mathematik, und begreift verſchiedene einzelne Wiſſenſchaften in ſich, welche alle unter dem gemeinſchaftlichen Nahmen der **mechaniſchen Wiſſenſchaften** in der Mathematik abgehandelt werden.

Die Kräfte, welche auf Körper wirken, betrachtet man entweder im Zuſtande des Gleichgewichtes, oder im Zuſtande der wirklichen Bewegung; in beyden Fällen ſind die Körper, auf welche die Kräfte wirken, entweder feſte, oder tropfbarflüſſige, oder elaſtiſch flüſſige Körper. Die Wiſſenſchaft von den Geſetzen des Gleichgewichtes ſolcher Kräfte, die auf feſte Körper wirken, heißt die **Statik**; die Wiſſenſchaft von den Geſetzen des Gleichgewichtes tropfbar flüſſiger Körper unter ſich und mit feſten Körpern, die **Hydroſtatik**; und die Wiſſenſchaft von den Geſetzen des Gleichgewichtes ſolcher Kräfte, die auf elaſtiſch flüſſige Materien wirken, die **Aeroſtatik** oder **Aerometrie**. Bey der wirklichen Bewegung der Körper wird entweder bloß die Elementarmathematik, oder die höhere Mathematik angewendet. Im erſtern Falle heißt die Lehre von der Bewegung bey feſten Körpern die **Mechanik** im eingeſchränktern Sinne, oder **gemeine Mechanik**, bey tropfbar flüſſigen, die **Hydraulik**, und bey elaſtiſch flüſſigen, die **Pnevmatik**; im andern Falle hingegen wird die Lehre von der Bewegung bey feſten Körpern **höhere Mechanik** oder **Dynamik**, und bey tropfbar flüſſigen die **Hydrodynamik** genannt; höhere Unterſuchungen über die elaſtiſch flüſſigen Körper werden gewöhnlich zugleich mit in der Pnevmatik angeſtellet. Einige Lehrer der Mathematik theilen die höhere Mechanik in die **Phoronomie** und **Dynamik** ab, und rechnen zu jener ganz allein das, was die Be-

wegung angehet, und zu dieſer, was bloß eine Beziehung auf die Kräfte hat. Umſtändlichere Nachrichten von allen dieſen Theilen der mechaniſchen Wiſſenſchaften geben die Artikel, **Aerometrie, Aeroſtatik, Dynamik, Hydraulik, Hydrodynamik, Hydroſtatik, Pnevmatik, Phoronomie, Statik.**

Praktiſche Kenntniſſe der Mechanik findet man in dem höchſten Alterthum. Es iſt auch ſehr leicht zu begreifen, daß ſchon die erſten Menſchen bey ihren gewöhnlichen Geſchäften oft Verſtärkung ihrer Kräfte werden nöthig gehabt haben, und daß ſie, um dieſe Abſicht zu erreichen, ſehr leicht den Hebel und andere einfache Werkzeuge, welche die Natur gleichſam darbietet, entdecken konnten. Dieſe wenigen Werkzeuge waren auch ſchon hinreichend, Dinge von Erſtaunen zu bewerkſtelligen, beſonders wenn die Kräfte einer großen Menge Menſchen gleichſam dabey verſchwendet werden konnten, ohne eben tiefe Einſichten in den theoretiſchen Lehren der Mechanik zu beſitzen. Man ſieht daraus ſehr leicht ein, daß die Aegyptier ohne große mathematiſche Kenntniſſe den Bau ihrer ungeheueren Pyramiden und die Errichtung ſo großer Obeliſken, und andere Nationen des Alterthumes die Gebäude zu Stande bringen konnten, deren Ruinen uns noch in Erſtaunen ſetzen.

Die Theorie der Mechanik wurde zuerſt von den Griechen entwickelt. Die mechaniſchen Fragen, welche **Ariſtoteles** in ſeiner Schrift de caelo aufgeworfen hat, ſind zwar von keinem großen Belang; in andern Schriften aber führet er doch ſchon an, daß die Wirkungen von zweyen Kräften gleich ſind, wenn ſie ſich umgekehrt, wie ihre Geſchwindigkeiten verhalten. Erſt 100 Jahre nach dem **Ariſtoteles** hat **Archimedes** *) etwas Gründliches über die Mechanik geliefert. Er iſt der Erfinder des bekannten Geſetzes vom Gleichgewichte des Hebels, und gebrauchte hierbey die Idee vom Schwerpunkte, von der er der erſte Urheber zu ſeyn ſcheinet. Auch lehrete er den Schwerpunkt vieler Figuren,

beſonders

*) ἰσοῤῥοπικῶν βιβλ. β. ſ. de aequiponderantibus libri II.

beſonders der Parabel zu finden. Unter den praktiſchen Erfindungen, welche er nach den Zeugniſſe der Alten gemacht haben ſoll, gehören die Schraube ohne Ende, und die Zuſammenſetzung mehrerer Rollen in Flaſchen oder den ſogenannten Flaſchenzug. Nach dem Berichte des **Athenäus** ließ er ſeinem Freunde, dem König **Hiero** ein Schiff ganz allein in Bewegung ſetzen, und äußerte dabey den kühnen Gedanken, die Erde fortzubewegen, wenn ihm außerhalb derſelben ein Standort gegeben wäre. Er ſoll ſeine Vaterſtadt durch Erfindungen von Kriegswerkzeugen gegen die Belagerung der Römer glücklich vertheidiget haben, bis es endlich ohne ſeine Schuld dem **Marcellus** gelang, dieſe Stadt zu erobern, wobey er durch einen römiſchen Soldaten ums Leben kam. Unter den Gelehrten im Muſäum zu Alexandrien haben ſich beſonders **Cteſibius** und **Heron** in der Mechanik hervorgethan. Der letztere ſuchte alle Arten von den einfachen Werkzeugen auf die Theorie des Hebels zurückzubringen, machte daraus Zuſammenſetzungen zum praktiſchen Gebrauche, und erfand eine Maſchine mit bezahnten Rädern, um große Laſten damit fortzuſchaffen. Auch hat man außer andern Schriften von ihm noch ein Werk von Verfertigung der Wurfſpieße α). Von Erfindung der Kriegsmaſchinen haben ſich nachher noch **Iſidorus** von Milet, **Anthemius** und der jüngere **Heron** berühmt gemacht. In den ſogenannten finſtern Zeiten hat die Mechanik weiter gar keine Fortſchritte gemacht; weder im Occident noch bey den Arabern finden ſich Spuren mechaniſcher Kenntniſſe, außer einigen Erzählungen von künſtlichen Automaten, welche **Roger Baco** und **Albert Grot** verfertiget haben ſollen. Erſt im 16ten Jahrhunderte fing der Geſchmack für die Mechanik ſehr langſam wieder aufzuleben an. Die Statik wurde von **Guido Ubaldi, Marcheſe del Monte** β) abgehandelt, und ganz auf das Geſetz des

α) Βελοποιικα ſ. telofactiua graec. et lat. ex interpr. *Bern. Baldi* Aug. Vind. 1616.

β) Mechanicorum libri VI. 1577.

des Hebels gebracht. Auch **Tartalea** unterſuchte zuerſt die Bewegung geworfener Kugeln. **Stevin** [a]) ſuchte den archimediſchen Beweis vom Gleichgewichte der Kräfte einfacher und leichter zu machen, und entdeckte, wiewohl durch Umwege, das Geſetz des Gleichgewichtes auf der ſchiefen Ebene, und leitete aus dieſer ſeiner Theorie das Gleichgewichte von dreyen Kräften her, welche auf einen Punkt wirken; er beweiſet nämlich, daß dieß Gleichgewicht Statt findet, wenn die drey Kräfte mit den drey Seiten irgend eines Dreyecks parallel und proportioniret ſind. M. ſ. **Gleichgewicht.**

Eine ungemein groſze Erweiterung erhielt die Mechanik durch die Entdeckung der Geſetze des freyen Falles der Körper. Von dieſer Zeit an wurde der erſte Grund zur höhern Mechanik geleget. Der Erfinder von den Geſetzen des freyen Falles, **Galilei**, ſelbſt entwickelte ſchon einige Lehren derſelben, z. B. von der paraboliſchen Bahn geworfener Körper, von der Bewegung der Pendel, vom Widerſtande feſter Körper u. ſ. f. Auch rühret von ihm der Satz her, daß einerley Kraft beſtändig einerley Zeit gebrauchet, um eine gegebene Laſt durch einen gegebenen Raum zu bringen, und daß folglich bey allen Maſchinen eben ſo viel Zeit oder Raum verloren gehet, als an Kraft gewonnen wird. Alle dieſe Entdeckungen, welche er bereits zu Ende des 16ten Jahrhunderts gemacht hatte, ſind in ſeinen mechaniſchen Abhandlungen enthalten [b]). In der erſten Hälfte des ſiebenzehnten Jahrhunderts wurde endlich das Gebäude der Mechanik durch **Torricelli, Borelli, Baliani, Roberval** und **Carteſius** aufgerichtet, und der **P. Merſenne** gab Veranlaſſung durch vorgelegte Fragen und Aufgaben zu einer Menge hierher gehöriger Unterſuchungen, welche man in ſeiner harmonia vniuerſali, und in ſeiner Abhandlung

[a]) Beghinſelen der Weghkonſt. Amſt. 1596. 4.

[b]) Diſcorſi e dimonſtrazione matematiche intorno a due nuove ſcienze attenenti alla Mecanica ed i mouvementi locali. Leid. 1638. 4.

lung de mechanica findet. **Carteſius** [α]) führte in der Mechanik den Grundſatz ein, daß das Vermögen einer bewegenden Kraft dem Produkte der bewegten Maſſe in ihre Geſchwindigkeit gleich ſey, und erkannte, daß bey allen krummlinigen Bewegungen beſtändig eine äußere Urſache die Ablenkung von der geradlinigen Bewegung bewirke. **Wallis**, **Wrenn** und **Huygens** entdeckten die Geſetze des Stoßes und **Wallis** [β]) machte eine vollſtändige Sammlung von den bis auf ſeine Zeit gemachten Erfindungen. Noch größere Fortſchritte machte die Mechanik durch **Huygens**. Dieſer war der erſte, welcher das Pendel gebrauchte, um den Gang der Uhren gleichförmig zu machen, entdeckte die merkwürdige Eigenſchaft, welche hierbey der Radlinie zukömmt; berichtigte und erweiterte die Theorie vom Mittelpunkte des Schunges und des Stoßes, und war der Erfinder von den Geſetzen der Schwungkraft im Kreiſe. M. ſ. **Centralkräfte**. Endlich gab **Newton** durch ſeine Entdeckung dem Gebäude der höhern Mechanik die Vollendung, welches er in ſeinen Princip. aufgeführet, und der Mechanik der Himmelskörper oder der phyſiſchen Aſtronomie zum Grunde geleget hat. Er blieb nicht, wie **Huygens**, bey der Centralbewegung im Kreiſe ſtehen, ſondern zeigte auf eine ganz allgemeine Art die Geſetze der krummlinigen Bewegungen, und entwarf zuerſt eine vollſtändige Theorie der Bewegungen in widerſtehenden Mitteln. Er war auch der erſte, welcher die höhere Mechanik von der gemeinen unterſchied, und ſeit dieſer Zeit iſt auch der Unterſchied beſtändig mit Sorgfalt beybehalten worden. Durch die Rechnung des Unendlichen wurde überhaupt die höhere Mechanik durch **Leibnitz**, **Jakob** und **Johann Bernoulli**, **de l'Hopital**, **Saurin** u. a. ungemein erweitert. Die Lehren der höhern Mechanik werden von **Hermann** [γ]) ſynthetiſch,

α) Tract. de mechanica, ed. in opuſc. poſth. Amſt. 1701. 4.
β) Mechanica ſ. de motu tractat. geomet. Oxon. 1669. fol. et in opp. Vol. I.
γ) Phoronomia ſ. de viribus et motibus ſolidorum et fluidorum libri II. Oxon. 1669. fol. et in opp. Vol. I.

tiſch, von **Euler** [α]) hingegen analytiſch vorgetragen. **D'Alembert** [β]) ſtellt eine ſcharfe Prüfung der Gründe an, worauf das ganze Gebäude der Mechanik beruhet, und bemühet ſich dieſelben mehr aufzuklären und ſtrenger zu erweiſen. Auch **Lambert** [γ]) hat einen ähnlichen Verſuch gemacht. Kürzere Einleitungen der höhern Mechanik haben beſonders die Herrn **Käſtner** [δ]) und **Karſten** [ε]), letzterer vorzüglich mit gemeinnützigen Anwendungen derſelben auf das Maſchinenweſen gegeben. In der größten Allgemeinheit hat die höhere Mechanik in den neuern Zeiten Herr **de la Grange** [ζ]) aus einer einzigen Grundformel ohne alle Figuren analytiſch abgeleitet.

Seit der Bearbeitung der höhern Mechanik hat auch die Maſchinenlehre eine ganz andere Geſtalt, als vormahls, bekommen. In England haben ſich beſonders mit der praktiſchen Mechanik abgegeben **D. Hook** und **Deſaguliers** und in Frankreich **Huygens**, **Hautefeuille**, **Varignon**, **de la Hire**, **Amontons**, **Parent** und andere. **Hook** und **Hautefeuille** gebrauchten zuerſt die Spiralfeder bey den Uhren, und **Römer** die epicycloidaliſchen Zähne am Räderwerke. **Varignon** [η]) brachte die Statik auf Stevins Grundſatz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte, und zeigte zuerſt den Gebrauch von der Zuſammenſetzung der Bewegung in Rückſicht auf das Gleichgewicht der Maſchinen. **De la Hire** [θ]) verſuchte einen neuen Beweis vom Geſetze des Gleichgewichtes des Hebels, welcher demjenigen ähnlich iſt, auf welchen Herr **Käſtner** durch eigenes Nachdenken

[α]) Mechanica ſ. motus ſcientia analytice pertractata. Petrop. 1736. II. Tomi 4. et theoria motus corporum ſolidorum ſ. rigidorum. Roſt. et Gryph. 1765. 4.

[β]) Traité du dynamique. à Paris 1743. 4.

[γ]) Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichtes und der Bewegung, in den Beyträgen zum Gebrauch der Mathematik. II. Theil. Berlin 1770. 8. Num. 11.

[δ]) Anfangsgründe der höhern Mechanik 2te Aufl. Götting. 1792. 8.

[ε]) Lehrbegriff der geſammten Mathematik, im 3ten und 4ten Theile.

[ζ]) Mechanique analytique. à Paris 1788. 8.

[η]) Nouvelle mechanique ou ſtatique. à Paris 1725. 4.

[θ]) Traité de mechanique. à Paris 1695. 4.

denken kam. M. ſ. Hebel. Die Lehre vom Reiben und von der Steife der Seile haben **Amontons**, **Parent**, **Muſſchenbroek** und **Deſaguliers** zuerſt aus einander zu ſetzen geſuchet, und **Camus** α) entwarf die Anfangsgründe der Maſchinenlehre.

In den Lehrbüchern der angewandten Mathematik findet man Einleitungen in die Statik und Maſchinenlehre, beſonders in den käſtneriſchen. Noch ausführlicher tragen die Lehre vom Maſchinenweſen die Herrn **Karſten** in ſeinem Lehrbegriffe und auch Anfangsgründen der mathematiſchen Wiſſenſchaften, **Mönnich** β) und beſonders **Prony** in dem unter dem Artikel, **Hydrodynamik**, angeführten Werke vor. Einen leichten und faßlichen Unterricht von der Maſchinenlehre gibt auch Herr **Büſch** γ). Ein Verzeichniß der vornehmſten mechaniſchen Schriften bis auf ſeine Zeit liefert **Wolf** δ).

Mechanismus (mechanismus, mechanisme) heißt im weitläuftigſten Verſtande die Art und Weiſe, wie durch Anwendungen wirkender Kräfte Wirkungen bey Körpern hervorgebracht werden. So redet man vom Mechanismus des Stehens, Gehens, der Himmelskörper u. ſ. f. Im eingeſchränktern Verſtande begreift man unter dem Worte **Mechanismus** die innere Einrichtung einer Maſchine, vermittelſt welcher die an ſelbiger angebrachte Kraft Wirkungen in derſelben hervorbringt. So ſpricht man von dem Mechanismus einer Waſſerkunſt, einer Mühle, Uhr u. ſ. f.

Meer (mare, mer) iſt die große Sammlung von Waſſer, welches die tiefſten, größten und weit ausgebreiteſten Thäler auf der Erdoberfläche ausfüllt. Das Meer nimmt

α) Traité des forces mouvantes. à Paris 1722. 8.

β) Anleitung zur Anwendung und Berechnung der gebräuchlichſten Maſchinen 1te Abtheil. Augſ. 1779. 8

γ) Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens Th. I. 1ter und 2ter Band, praktiſche Mechanik. 4te Auflage. Hamburg 1798. 8.

δ) Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften. Cap. 8. im 4ten Theile ſeiner Anfangsgr. der mathem. Wiſſenſch.

nimmt über zwey Drittheile der Erdfläche ein, und eben, weil es am niedrigſten liegt, ergießen ſich alle auf dem feſten Lande befindlichen Flüſſe in ſelbiges. Die tiefſten Thäler bilden rings um die feſten Länder ein großes zuſammenhängendes Baſſin, worin ſich das **Weltmeer**, der **Ocean**, die **offene See** (oceanus, ocean) befindet. Die Theile, welche ſich tief zwiſchen dem feſten Lande hinein erſtrecken, nennt man **Meerbuſen**, **Golfen** (ſinus). Gemeinſchaftlich ſind dieſe mit dem Ocean durch **Meerengen**, **Straßen** (freta, detroits) verbunden. Große Sammlungen von Waſſer mitten im Lande werden **Landſeen** genannt. M. ſ. **Seen**.

Das Weltmeer oder den Ocean theilt man gemeiniglich in vier große Abtheilungen ein. Das **Eismer** oder **Nordmeer** (oceanus ſeptemtrionalis ſ. glacialis) umgibt die Gegenden des Nordpols; das **atlantiſche** oder **weſtliche Meer** (oceanus atlanticus) befindet ſich zwiſchen den weſtlichen Küſten der alten und den öſtlichen der neuen Welt, und wird nordwärts auch die **Nordſee**, und ſüdwärts das **äthiopiſche Meer** genannt; das **ſtille Meer** oder die **Südſee** (oceanus auſtralis, mare pacificum) liegt zwiſchen den weſtlichen Küſten von Amerika und den öſtlichen von Aſien; das **indiſche Meer** (oceanus indicus) erſtreckt ſich von den ſüdlichen Küſten Aſiens gegen den Südpol.

Die Oberfläche der Meere iſt im gewöhnlichen Zuſtande horizontal, und es ſcheinet daher, daß alle Meere, welche mit einander zuſammenhängen, gleich hoch ſtehen müßten. Die Erfahrung lehret aber hiervon das Gegentheil. Der ganze Ocean zwiſchen den Wendekreiſen iſt beſtändig etwas niedriger, als in den kältern Gegenden gegen die Pole zu, daher hat er auch beſtändig auf ſeiner Oberfläche eine Bewegung von den Polen gegen die Linie. Jedoch iſt dieſe Bewegung ſo ſchwach, daß ſie faſt nur an den bloßen Eismaſſen bemerket wird, welche beſtändig von den kältern Gegenden gegen die wärmern treiben, und daſelbſt zerſchmelzen. Ohne Zweifel liegt der Grund des niedrigen Standes des

Welt-

Weltmeeres zwiſchen den Wendekreiſen in der ſtärkern und ſchnellern Ausdünſtung wegen der daſelbſt befindlichen großen Hitze.

Es gibt auf der Erdfläche ſehr merkwürdige und große Meerbuſen, unter welchen der größte das **mittelländiſche Meer** (mare mediterraneum) iſt, das ſich zwiſchen Europa, Afrika und Aſien über 50 Grad weit ins Land erſtrecket, und bloß durch die Meerenge bey Gibraltar mit dem atlantiſchen Meere zuſammenhänget. Wegen ſeiner anſehnlichen Größe wird es wiederum in verſchiedene Theile abgetheilet, wovon der Theil zwiſchen Griechenland und Aſien der **Archipelagus** oder das **ägeiſche Meer**, der zur Linken von Griechenland das **joniſche Meer**, der zwiſchen Italien und Ungern das **adriatiſche Meer** (Golfo di Venetia, mare adriaticum), der zur Linken von Italien das **toskaniſche Meer** (mare tyrrhenum, thuſcum), der unter Oberitalien das **liguſtiſche Meer** (mare liguſticum), der zwiſchen Europa und Aſien das **ſchwarze Meer** (mare nigrum), und der unter dem ſchwarzen Meere das **Meer di Marmora** (propontis) heißt. Das ſchwarze Meer iſt mit dem Mare di Marmora durch den **thraciſchen Bosphorus**, und dieſes durch den **Helleſpont** mit dem mittelländiſchen Meere verbunden. Bey dem mittelländiſchen Meere iſt vorzüglich dieß merkwürdig, daß man an ſelbigem kein Anwachſen des Waſſers wahrnimmt, ungeachtet ſich darein eine ſehr große Menge Waſſers ergießet, ohne daß es irgend einen Abfluß ins Weltmeer hätte. Es haben daher verſchiedene Naturforſcher mancherley Urſachen angegeben, wo das Waſſer hinkomme. **Kircher** [α]) glaubt, es fließe durch unterirdiſche Gänge, beſonders unter der Landenge zwiſchen Afrika und Aſien ab; dahingegen **Halley** [β]) und **Büffon** [γ]) dieſer Meinung

α) Mund. ſubterran. Tom. I.
β) Miſcell. curioſa Tom. I.
γ) Hiſtoire naturelle Tom. I. p. 399.

Meinung ſind, daß durch die Ausdünſtung eben ſo viel Waſſer weggehe, als zufließe, und daher das Waſſer unmöglich höher anwachſen könne. Allein alle dieſe Schriftſteller ſetzen bey ihrer Berechnung die einſtrömende Menge des Waſſers viel zu gering an. Nach einem Ueberſchlage des Herrn **Bergmann** wird allein durch die Meerenge bey Gibraltar ſo viel Waſſer eingeführet, daß dadurch die Oberfläche des mittelländiſchen Meeres in einem Jahre gegen 22 Fuß höher ſteigen müßte, und bloß der Nil würde noch 4 Fuß Höhe hinzuſetzen. Die Verdünſtung aber kann die Oberfläche des ausdünſtenden Waſſers jährlich etwa nur auf 30 Zolle niedriger bringen, welche jedoch durch den herabfallenden Regen u. ſ. w. beynahe um eben ſo viel wieder erhöhet werden. Es iſt folglich die Ausdünſtung bey weitem nicht hinreichend, um dieſe Erſcheinung zu erklären. Viel wahrſcheinlicher iſt es, daß ſich in der Tiefe des Meeres ein ausführender Strom befindet. Es iſt auch den Geſetzen der Hydraulik gar nicht entgegen, wie **Büffon** geglaubet hat, einen ausführenden Strom in der Tiefe des Meeres unter dem einführenden anzunehmen. Der Graf **Marſigli** [α]) hat in der Straße bey Conſtantinopel wirklich dergleichen entgegengeſetzte Ströme gefunden, und nach den Beobachtungen der engliſchen Schiffer gibt es dergleichen auch im Sunde. Im Jahre 1712 wurde in der Mitte der Meerenge bey Gibraltar ein holländiſches Schiff in Grund geſchoſſen; einige Tage darauf fand man faſt eine Meile weſtwärts Tonnen davon, welche zu Boden geſunken und dem untern Strome gefolget waren [β]).

Ein anderer großer Meerbuſen iſt das **baltiſche Meer** oder die **Oſtſee** zwiſchen den Küſten von Deutſchland, Preußen, Liefland und Schweden. Dieſes Meer wird durch die drey Meerengen, den **Sund**, und den **großen**

α) Histoire phyſ. de la mer. Amſt. 1725. fol.

β) Unterſuchung der Urſache, warum das Waſſer im atlantiſchen Meere allezeit in das mittelländiſche Meer durch die Enge bey Giberaltar hineinſtrömet, von Hr. Waiz; in den ſchwed. Abhandl. von 1755. der deutſch. Ueberſetz. S. 28 u. f.

und kleinen Belt vereiniget, aus welchen es einen beſtändigen Zufluß von Waſſer erhält. Noch andere Meerbuſen, als z. B. den arabiſchen, den perſiſchen Meerbuſen u. ſ. f. findet man in geographiſchen Handbüchern.

Der Boden des Meeres iſt mit dem Boden des feſten Landes darin ähnlich, daß er wie dieſer aus Thälern, Hügeln, Felſen und Bergen beſtehet. Auch hat **Donati** *) auf dem Meeresgrunde Schichten von verſchiedenen Materien gefunden, ſo wie auf dem feſten Lande, von Erdarten, Sand, mit Kies und Conchylien vermiſcht u. ſ. f. Darum erhält der Satz eine größere Wahrſcheinlichkeit, daß das feſte Land ehedem Meeresgrund geweſen ſey. M. ſ. **Erdkugel**. Auch gibt es auf dem Boden des Meeres Quellen.

Was die Tiefe des Meeres betrifft, ſo iſt dieſe verſchieden. Herr **Buache** hat in dieſer Abſicht den Kanal zwiſchen England und Frankreich unterſuchet, und ſo gefunden, daß die Tiefe desſelben, Calais gegen über, 20 Toiſen oder 120 Fuß beträgt; ſie nimmt aber um ſo mehr zu, je mehr man ſich von der Seite des Aequators entfernet; dem Fürſtenthume Wallis und der franzöſiſchen Küſte gegen über beträgt ſie ungefähr 100 Toiſen. Auf dem hohen Meere iſt die Tiefe noch viel beträchtlicher, und oft kann man durch das Senkbley gar keinen Grund finden, weil entweder das Meer wirklich außerordentlich tief iſt, oder weil das Senkbley durch untere Ströme fortgeriſſen wird. Es läßt ſich daher die Tiefe des Meeres nicht ganz beſtimmt angeben. Der Weltumſegler **Forſter** fand um den Aequator mit 250 Klaftern noch keinen Grund. Er meldet, daß dergleichen Meſſungen große Umſtände erfordern, weil dabey das Schiff in den Wind geleget, und die halbe Mannſchaft auf das Verdeck commandiret werden müßte, welches die Schiffskapitaine nicht leicht zugeben.

*) Della ſtoria naturale marina dell' Adriatico. Venez. 1750. 4. Vitaliano Donati Auszug der Naturgeſch. des adriat. Meeres. Halle 1753. gr. 4.

Dampier α) bemerket, daß das Meer gemeiniglich längs den Küſten um ſo viel tiefer iſt, je höher die Küſten ſind, und daß man an flachen niedrigen Küſten die geringſte Tiefe finde, daher auch dieſe die bequemſten Ankerplätze gewährten. Daraus zieht Büffon β) die allgemeine Regel, daß die Ungleichheiten des Meeresgrundes mit den auf den angrenzenden Küſten übereinkommen. Hiernach müßte alſo der Ocean gegen den Chimboraço in Südamerika am tiefſten, gegen die öſtliche Seite Aſiens ſeichter, und gegen die Pyrenäen tiefer ſeyn. Forſter führet aber an, daß von dieſer Regel im Südmeere ſehr häufige Ausnahmen Statt finden. Die mittlere Tiefe der Meere wird gemeiniglich auf 200 bis 250 Toiſen geſchätzt.

Das Meerwaſſer iſt im Geſchmack nicht ſüß, wie das Flußwaſſer, ſondern ſalzig, bitter, ekelhaft und zum Trinken ganz untauglich. Es iſt daher auch ſpecifiſch ſchwerer als Flußwaſſer. Ein pariſer Cubikfuß Meerwaſſer wiegt ungefähr 72 pariſer Pfund. Jedoch iſt das Meerwaſſer nicht allenthalben gleich ſalzig. An den Mündungen großer einfallender Ströme iſt es oft ſo wenig geſalzen, daß es faſt ſüß und trinkbar iſt; im Gegentheil iſt es gegen die Linie zu viel ſalziger als nach den Polen hin; auch in der Tiefe pflegt es mehr Salz zu enthalten, als auf der Oberfläche. Ohne Zweifel liegt die Urſache, weßhalb es in dem heißen Erdſtriche ſalziger als in dem gemäßigten iſt, in einer weit ſtärkern Ausdünſtung. Ueber den Salzgehalt des Meeres hat Bergmann viele Verſuche geſammelt, welche jedoch ſehr von einander abweichen. Ueberhaupt aber hat man noch keine ganz genauen Verſuche über den Salzgehalt in dem Waſſer verſchiedener Meere. Ingenhouß γ) gibt das Verhältniß des Salzes zum Waſſer auf folgende Art an: im baltiſchen Meere befinden ſich in einem Pfunde Waſſer ungefähr 2 Drachmen Salz, das Waſſer des Mee-

res

α) Voyage autour du monde Tom. II. p. 119. ſqq.
β) Hiſtoire naturel. Tom. II. p. 199. edit in 12.
γ) Expériences ſur les végétaux. p. 284.

res zwiſchen Großbritannien und den vereinigten Staaten enthält in einer gleich großen Menge ungefähr ½ Unze. Das Waſſer des ſpaniſchen Meeres etwa 1 Unze und das Waſſer des Meeres zwiſchen den Wendekreiſen 1½ bis 2 Unzen. Ob nun gleich das Meerwaſſer gemeiniglich weit weniger Salz, als die Salzſolen, die man zum Salzſieden gebrauchet, enthält, ſo pflegen doch vorzüglich die Bewohner der wärmern Seeküſten aus dem Meerwaſſer durch Kunſt Salz zu verfertigen, von deſſen Bereitung **Gaubius** [α]) und **Bergmann** [β]) handeln. Es werden nämlich an den Ufern flache und große Behälter angeleget, dieſe in den heißeſten Tage einige Zolle hoch mit Meerwaſſer angefüllet, und an der Sonne ausgetrocknet. Dadurch erhält man ein trockenes Salz auf dem Boden, welches aber noch mit den übrigen fremdartigen Theilen des Meeres verunreiniget iſt. Um es alsdann rein zu gewinnen, wird es in reinem Waſſer aufgelöſet, und dieſe Auflöſung gekocht, wodurch ein ganz reines weißes Salz erhalten wird, welches man das **gereinigte Meer- oder Boyſalz** nennet, und von jedem andern reinen Kochſalze ganz und gar nicht verſchieden iſt.

Den Grund von der Bitterkeit des Meerwaſſers ſuchte man ſonſt in einem beygemiſchten Erdharze oder Bergfette, welches **Marſigli** von den im Grunde befindlichen Steinkohlen herleitete, und ſogar den Geſchmack des Seewaſſers durch 46½ Loth Waſſer, 1½ Loth Kochſalz und 48 Gran flüchtigen Steinkohlengeiſt nachzuahmen ſuchte. Dieſerwegen glaubte man auch, daß es unmöglich ſey, dem Meerwaſſer die Bitterkeit ohne Zuſatz einer fremdartigen Materie zu benehmen. Allein die chemiſchen Zergliederungen desſelben durch **Bergmann** und **Macquer** [γ]) haben gezeiget, daß keine Spur von Bergfett darin anzutreffen ſey. Es enthält vielmehr außer einigen ſchleimichten und erdigen Theilen, Kochſalz, ſalzgeſäuerte Bitterſalzerde und Kalkerde

α) De aqua maris ſeptemtrionalis orae belgicae; in ſ. adverſariis p. 1.
β) De aqua pelagica; in opuſc. Vol. I. p. 179.
γ) Chymiſches Wörterbuch, Artikel, Seewaſſer.

erde oder Salzaſche, und eben darin liegt der Grund der Bitterkeit. Weil alſo das Meerwaſſer keine ſolchen Theile beſitzet, welche bey dem zur Deſtillation des Waſſers nöthigen Feuergrade flüchtig werden, ſo muß ſich auch ſelbiges mittelſt dieſer Operation trinkbar machen laſſen.

Das für die Seefahrer ſo wichtige Problem, das Seewaſſer trinkbar zu machen, hat überhaupt viel Schwierigkeiten gefunden. Nach den Erzählungen des **Plinius** α) haben die Alten die Ausdünſtungen des Seewaſſers durch ausgeſpannte Felle aufgefangen, welche nachher ausgedrückt ſüßes Waſſer gaben. **Plinius** ſelbſt ertheilt den Vorſchlag, hohle Gefäße von Wachs in das Waſſer zu verſenken, welche ſich durchs Wachs mit filtrirtem trinkbarem Waſſer anfüllen würden. Nachher haben noch mehrere dieſen Vorſchlag, durchs Filtriren das Meerwaſſer trinkbar zu machen, erneuert; allein **P. Feuillee** hat ſie alle als unzureichend gefunden. Indeſſen hatte **Bartholinus** β) bemerket, daß das Eis des Meerwaſſers ohne Salz ſey, und einen ſüßen Geſchmack beſitze; auch führet **Boyle** γ) an, daß ſich die Brauer zu Amſterdam ſtatt des ſüßen Waſſers des aufgethaueten Seewaſſereiſes zum Bierbrauen bedienten. **Samuel Reyher** zu Kiel δ) ſtellte darüber zuerſt Verſuche an, und entdeckte außerdem noch, daß auch das Meerwaſſer unmittelbar unter dem Eiſe ſüß ſey. Dadurch erhielt man nun ein ſicheres Mittel, das Meerwaſſer durchs Gefrieren trinkbar zu machen. Die Seefahrer können jedoch dieß nur ſelten anwenden. Indeſſen haben dieſe Erfahrungen die Bewohner einiger kalten Küſten benutzet, ſelbſt aus dem Meerwaſſer Salz mit Vortheil zu kochen. Sie laſſen nämlich das Seewaſſer in großen Behältniſſen frieren,

α) Hiſtor. natur. lib. XXXI. cap. 6.

β) De niuis vſu medico obſeruationes variae, acc. *Eraſmi Bartholini* de figura niuis diſſ. Hafniae 1661. 12. Cap. VI. p. 42.

γ) New experiments and obſerv. touching Cold. Lond. 1665. 4. p. 59.

δ) Experimentum nouum, quo aquae marinae dulcedo examinata deſcribitur. Kiliae. 1697. 4 acta erudit. Lipſ. 1697. d. 6. Febr.

frieren, und nehmen die unter dem Eiſe befindliche Sole, und verfertigen daraus das Salz.

Da man immer noch der Meinung war, daß das Meerwaſſer Erdharz enthalte, ſo ſuchten einige Naturforſcher das flüchtige Erdharz durch fremde Zuſätze bey der Deſtillation zu fixiren. Auf dieſe Art deſtillirte **Hauton** α) das Meerwaſſer über fixes Alkali, und glaubte das Uebergangene durch eine Erde zu reinigen. Andere deſtillirten es über Seegras, Höllenſtein, gebrannte Knochen, ätzende Laugenſalze, Seife und Aſche. Auch haben **Leutmann** und beſonders **Hales** das Meerwaſſer durch Fäulniß zu reinigen verſuchet. **Hales** läßt es in bedeckten Gefäßen faulen, bis der Geruch verſchwunden iſt, und deſtilliret es alsdann vier Mahl ohne Zuſatz. Endlich lehrte aber die Erfahrung, daß eine ſimple Deſtillation hinreichend ſey, das Meerwaſſer trinkbar zu machen. Dieſe Deſtillation würde jedoch ohne Nutzen ſeyn, wenn hierzu beſonders Brennholz auf den Schiffen nothwendig wäre, weil man alsdann ſtatt des Holzes alle Mahl lieber das Schiff mit ſüßem Waſſer belaſten könnte. Sie wird alſo nur alsdann nützlich ſeyn, wenn man mit wenigem Aufwande von Brennmaterialien eine anſehnliche Menge Meerwaſſer abdeſtilliren kann. **Gautier**, ein Arzt zu Nantes, erfand zu dieſem Zwecke im Jahre 1717 eine Maſchine β), durch welche er ein völlig trinkbares Waſſer bereitete; allein ſie war für die Seefahrer noch nicht bequem genug. Im Jahre 1765 gab **Poiſſonnier**, Mitglied der mediciniſchen Fakultät zu Paris, einen Apparat an, vermittelſt deſſen man bloß durch zwey Matroſen in einem Tage 4200 Kannen trinkbares Waſſer erhalten kann. In England zeigte **D. Lind** γ) eine ſehr bequeme Methode der Deſtillation an, nach deſſen Vorſchriften **D. Irwing** eine ganz einfache Deſtillirmaſchine erfand, und dafür von dem

α) Philoſoph. transact. no. 67.
β) *Gallon* recueil des machines approuvées par l'Acad. Tom. III. no. 189.
γ) Eſſay on diſeaſes incident to Europeans in hot climates.

dem engliſchen Parlement eine Belohnung von 4000 Pfund Sterling erhielt. Hierbey braucht man nicht mehr Brennholz als ſonſt, es wird nur an 4 Tagen in der Woche, da die Matroſen kein Fleiſch erhalten, der eine Kochkeſſel, der ohnehin mit Seewaſſer gefüllet werden muß, um wegen der Feuerung keinen Schaden zu leiden, mit einem hölzernen Deckel bedeckt, an welchem ſich eine kupferne Röhre mit einer Vorlage und Kühlfaß befindet, in welches letztere ein Matroſe beſtändig friſches Seewaſſer pumpt, und durchlaufen läßt. Nach Herrn **Forſters** Bemerkung kann zwar auf dieſe Art nicht ſo viel ſüßes Waſſer, als die Beſatzung eines Schiffes nöthig hat, zubereitet werden, ſondern dieſe braucht wohl noch zwey- bis drey Mahl ſo viel; allein es wird doch dadurch dem äußerſten Waſſermangel vorgebeuget, und überhaupt der Vorrath des trinkbaren Waſſers beträchtlich vermehret.

Man hat ſonſt darüber ſehr verſchiedene Meinungen gehabt, woher das Meer ſein Salz habe. Die Scholaſtiker glaubten, daß es von der Wirkung der Sonne durch Ausdünſtungen auf dem trockenen Lande und nachher erfolgten Regen ins Meer gebracht würde. Allein hiernach müßte das Meer oben ſalziger, als in der Tiefe ſeyn, welches der Erfahrung zuwider iſt. Nach **Halley's** [α]) Meinung kömmt das Salz durch die Flüſſe ins Meer. De **Maiſon Neuve** [β]) glaubt ebenfalls, daß es von den Flüſſen herkomme, in welchen es ſich durch die von der Ebbe und Fluth verurſachte Bewegung auflöſe. Allein dieſer Meinung zu Folge müßte die Salzigkeit im Meere beſtändig zunehmen, weil die Flüſſe beſtändig Salz zuführen, und gleichwohl durch die Verdünſtung keines fortgeführet wird, welches aber der Erfahrung entgegen iſt. Andere glauben, das Meerwaſſer ſey geſalzen erſchaffen, oder das Salz werde in ſelbigem erzeuget. Noch andere ſind der Meinung, daß es auf dem Grunde Salzlager und Salzberge gebe, welche das

α) Philoſoph. transact. no. 344.

β) In Rozier Journal de phyſique. Nov. 1778.

das Meer nach und nach aufloͤſe. Ferner vermuthen einige, daß im Meere, worin ſo viele Koͤrper faulten, und in welches ſich aller Unrath vom feſten Lande durch die Fluͤſſe ergießet, Salz durch einen uns noch unbekannten Mechanismus erzeuget werden koͤnnte. **De la Metherie** *) macht ſich hiervon folgende Vorſtellung: nachdem das feſte Land zum Vorſchein gekommen ſey, und lebende Weſen ihr Daſeyn erhalten haͤtten, ſo haben ſich auch an der Oberflaͤche der Erde ſehr viele und verſchiedene Salze (Meerſalz, vitriolſaure und ſalpeterſaure Salze) erzeuget, welche alsdann von den Waͤſſern aufgeloͤſet und ins Meer uͤbergefuͤhret waͤren; die ſalpeterſauren Salze haben ſich zerlegt, die Salze hingegen, welche Vitriol- und Kochſalzſaͤure in ihrer Miſchung hatten, ſeyn geblieben, was ſie waren, und das Meerwaſſer haͤtte ſich mehr oder weniger damit geſaͤttiget, je nachdem das Klima waͤrmer oder kaͤlter war. Herr **Lichtenberg** zweifelt, ob uͤberhaupt die Frage, woher das Meer ſein Salz erhalte, wirklich einen vernuͤnftigen Sinn habe. Das Meer erhaͤlt naͤmlich kein Salz, ſondern es behaͤlt nur das, was es ein Mahl hat. Es waͤre alſo bloß die Frage, woher das Meer ſein erſtes Salz bekommen habe, und dieß gehoͤrt zur Schoͤpfungs- und Bildungsgeſchichte der Erde. Man iſt auch der Meinung geweſen, daß das Meerwaſſer deßwegen geſalzen ſey, damit es ſo leicht nicht faule; ſorgfaͤltig angeſtellte Verſuche aber haben gelehret, daß alle Koͤrper im Meerwaſſer geſchwinder, als im ſuͤßen Waſſer faulen, indem wenig Salz ein vorzuͤglich befoͤrderndes Mittel zur Faͤulniß iſt.

Die gewoͤhnliche Farbe des Meerwaſſers iſt blaͤulich gruͤn, ob man gleich andere Farben gewahr wird, welche theils vom Boden, theils von den darin befindlichen Inſekten, theils aber auch von den darin wachſenden Seepflanzen herruͤhren. Nach **Forſters** Bemerkung ſcheint ſelbſt die Farbe des Meeres noch vom klaren und truͤben oder bewoͤlkten Himmel mit abzuhangen.

*) Theorie der Erde, a. d. Franz. Th. II. S. 306.

Das Meerwaſſer leuchtet des Nachts oft mit einem weißlich ausgebreiteten Lichte. **Amerikus Vespucci** ſoll dieß nach **Kirchers** Berichte zuerſt wahrgenommen haben. Es erſcheinet dieſes Licht bisweilen bey ſtiller See, wie tauſendfältige Ströme auf der Oberfläche zerſtreuet, bisweilen bey der Bewegung, wo die Wellen brechen oder an feſte Körper ſchlagen; oft bemerket man auch nur ein Leuchten nahe um das Schiff, beſonders in der Furche, welche das Schiff in ſeiner Bewegung nach ſich läßt, oder in dem von ſchwimmenden Fiſchen bezeichneten Wege. Der **P. Bourzes** [α]) hat auf einer Reiſe nach Indien im Jahre 1704 viele Beobachtungen hierüber mit Aufmerkſamkeit angeſtellet, vermöge welcher er den Hauptgrund davon in einer fetten oder klebrichten Materie im Seewaſſer, welche vielleicht von der Fäulniß herrühren, zu ſuchen ſich berechtiget hält. Die beiden venetianiſchen Aerzte **Vianelli** [β]) und **Griſellini** [γ]), ſo wie der Abt **Nollet** [δ]) ſchreiben das Leuchten des Seewaſſers einem phosphoriſchen Inſekte zu. Der Abt Nollet ſahe in dem Hafen zu Porto fiome die leuchtenden Punkte von dem mit Seegraſe bewachſenen Boden eben ſo herauf ſpringen, wie es Inſekten zu thun pflegen. **Le Roi** [ε]) bemerkte auf dem mittelländiſchen Meere, daß das Vordertheil des Schiffes im Seegeln bey Tage eine Menge kleiner Theilchen in die Höhe warf, welche bey Nacht feurig ſchienen. Nach ſorgfältiger Unterſuchung dieſer Erſcheinung fand er ſich nicht geneigt, dieſe Theilchen für leuchtende Inſekten zu halten, weil er ſie mit ſeinem Schnupftuche aufgefangen rund und ohne alle Merkmahle einer thieriſchen Beſchaffenheit fand. **Fougeroux de Bondaroy** [ζ]) ſchreibt dieſes

α) Lettres édifiantes. Tom. IX. Par. 1730.

β) Nouve ſcoperte intorno alle luci notturne dell' acqua marina. Venezia.

γ) Nouvelles obſervat. ſur la ſcolopendre marine.

δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1750.

ε) Obervat. ſur une lumière produite dans la mer; in d. mémoir. preſentés. Tom. III.

ζ) Sur la lumière, que donne l'eau de la mer dans les lagunes de Veniſe; in den mémoir. de Paris 1767.

dieſes Leuchten einer kleinen Nereide, und **Forskal** nach der Erzählung **Niebuhrs** [a]) einer Menge von Meduſen zu. Selbſt **Bartholin** und **Donati** haben das Leuchten von Meergewürmen abgeleitet.

Forſter unterſcheidet dreyerley Arten des Leuchtens. Die erſte, welche man in der Nähe des Schiffs wahrnimmt, hält er für eine elektriſche Erſcheinung; die zweyte, welche ſich bey langen Windſtillen über die ganze See verbreitet, erkläret er für ein phosphoriſches durch Fäulniß erzeugtes Licht, und die dritte Art rührt nach ihm aus dem Leuchten unzählbarer großer und kleiner Thierchen her. Auch **Spallanzani** [β]) unterſcheidet zweyerley Arten des Leuchtens. Die eine Art entſteht von Leuchtwürmern oder phosphoriſchen Thieren. Außer der von **Vianelli** und **Griſellini** beſchriebenen Thierart entdeckte **Spallanzani** an der genueſiſchen Küſte im Golfo della Spezia noch 5 ganz neue phosphorescirende Arten. Die grauen und rothen Seefedern (pennatulae Lin.) leuchten, ſo oft ſie berühret oder beweget werden, mit einem prächtigen Glanze, welcher ſich vorzüglich an der Fahne und den darin ſich aufhaltenden Polypen zeiget. Die andere Art des Leuchtens, welche nach **Canton** und **Forſter** von der Fäulniß herrühret, will **Spallanziani** nicht davon ableiten. Er hat wahrgenommen, daß gerade die fetteſten Fiſche, welche unter allen das Waſſer am erſten durch Fäulniß phosphoriſch machen müßten, gar nicht leuchten, und daß ſich das Leuchten des Meeres bis auf eine Tiefe von 40 pariſer Fuß erſtrecke, da doch die verfaulten Theile der Fiſche nur oben auf ſchwimmen. Er iſt vielmehr geneigt zu glauben, daß dieſes Leuchten dem Meere eigenthümlich zugehöre, und daß es nach Verſchiedenheit der Winde und Jahreszeiten veränderlich ſey,

[a]) In der Reiſebeſchreibung nach Arabien. Th. I. S. 7.
[β]) Beobachtung über verſchiedene Merkwürdigkeiten des Meeres; aus den memorie di matematica e fiſica Tom. II. überſetzt in den leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. IV. St. 3. S. 289. f.

ſey, ob man gleich noch nicht wiſſe, was für einen Urſprung dasſelbe habe.

Die Gewäſſer der Meere bewegen ſich auf verſchiedene Art; ſie ſteigen und ſetzen ſich alsdann wieder; ſie bewegen ſich ferner von Morgen gegen Abend und von den Polen gegen den Aequator. Dieſe drey Hauptbewegungen des Meerwaſſers pflegt man vorzüglich von einander zu unterſcheiden, ob es gleich noch verſchiedene andere Bewegungen, die von äußern Urſachen herrühren, geben kann, als z. B. durch Winde, durch Erdbeben u. dergl.

Von der erſten Hauptbewegung des Meeres, nämlich von der Ebbe und Fluth iſt bereits unter einem eigenen Artikel ausführlich gehandelt worden.

Was die zweyte Bewegung, oder die **Ströme** (courans) betrifft, ſo iſt dieſe einer Bewegung der Atmoſphäre, nämlich dem großen beſtändigen Oſtwinde, welcher immer zwiſchen den Wendekreiſen herrſcht, und ſeinen Gang von Morgen gegen Abend nimmt, ſehr ähnlich. Dieſer Strom verurſachet, daß man von Amerika nach den Molucken weit geſchwinder ſegelt, als auf der Rückreiſe u. ſ. ſ. Eben dieſen Strom wird man auch im Südmeere gewahr. Von dem Strome des atlantiſchen Meeres handeln beſonders **Pownall** [α]) und **Franklin** [β]). Uebrigens unterſcheiden die Seefahrer die Wirkung des Stromes der Gewäſſer des Weltmeeres von der des großen beſtändigen Oſtwindes ſehr genau. Die Entſtehung dieſes Stromes ſcheint von drey Umſtänden abzuhangen: von der Umdrehung der Erde um ihre Axe; denn durch dieſe ſchnelle Umdrehung wird ſie allem, was auf ihrer Oberfläche ſich befindet, eine ebenmäßige Bewegung mittheilen. Weil aber das Waſſer des Meeres ein Beſtreben hat gegen den Mittelpunkt der Erde ſich zu bewegen, ſo kann auch dieſes der Umdrehungsbewegung

gung

α) Hydraulic and nautical obſervat. on the Atlantic Ocean, by Governor Pownall. Lond. 1787. 4. mit einer Seekarte und Noten von Franklin.

β) Maritime obſervat. in den transact. of the Americ. ſociety, held at Philadelphia. Vol. II. p. 315.

gung der Erde nicht ſo ſchnell folgen, ſondern es wird zurückbleiben, und es wird folglich das Anſehen haben, als ob es ſich von Oſten gegen Weſten bewegte; 2) weil die Sonne und der Mond, in Rückſicht auf einen feſten Punkt der Erde, jeden Tag etwas gegen Abend vorrücken, ſo müſſen ſie von dieſer Seite die Meeresmaſſe nach ſich ziehen, und auf ſolche Art muß den Gewäſſern des Meeres eine Bewegung von Oſten nach Weſten mitgetheilet werden; 3) wird auch der beſtändige Oſtwind auf den Strom des Waſſers des Weltmeeres Einfluß haben, und er wird ihm dieſelbe Richtung geben, die er ſelbſt hat. Die vereinte Wirkung dieſer drey angeführten Urſachen wird alſo den Gewäſſern des Meeres eine ſehr ſchnelle Bewegung von Morgen gegen Abend mittheilen.

Auch die dritte Bewegung der Gewäſſer der Meere iſt dem Luftſtrome, welcher faſt immer von den Polen gegen den Aequator gehet, ähnlich. Die neueſten Seefahrer gedenken indeſſen dieſes Stromes nicht mehr. Nach **de la Metherie** iſt dieſe Bewegung eine Folge der Bewegung der Gewäſſer von Oſten nach Weſten. Denn die phyſiſche Lage des feſten Landes von Afrika und Amerika, ſo wie auch die Lage des indianiſchen Archipels und Neuhellands müſſe die Richtung dieſer zweyten Bewegung abändern, und das Waſſer müſſe folglich von der Seite der Pole an die Küſten zurückfließen und in eine kreisförmige oder wirbelartige Bewegung gerathen. Das durch ſeine öſtliche Bewegung von den afrikaniſchen Küſten gegen Amerika getriebene Waſſer des atlantiſchen Meeres z. B. wird in ſeinem Laufe gegen Amerika aufgehalten werden, und ein Theil desſelben wird ſich in den mexicaniſchen Meerbuſen ſtürzen und von da gegen die bermudiſchen Inſeln hin aufwärts gehen, der andere Theil desſelben aber wird ſich längs der Küſte Braſiliens halten, und ſich gegen das Vorgebirge Horn erſtrecken. Dieſer Gang der Waſſer der afrikaniſchen Küſten bringt aber eine Leere hervor, und die Gewäſſer müſſen alſo von den beiden Polen zufließen, um dieſe Leere auszufüllen; auf

dieſe

dieſe Art entſpringt ein Strom, der von den Polen gegen die Linie, längs den afrikaniſchen Küſten hingehet; es wird eine Leere in dieſem Theile der Polarmeere entſtehen, indeß an den Küſten von Braſilien und der Inſeln von Terre-Neuve ein Ueberfluß an Waſſer Statt finden wird; die Gewäſſer werden alſo aus dieſen letzten Gegenden theils gegen das Vorgebirge der guten Hoffnung, theils gegen die azoriſchen Inſeln und über dieſelben hinausfließen, um wieder an die Küſten von Europa zu kommen. Das Waſſer des atlantiſchen Meeres wird folglich zwey Arten von krummen Linien beſchrieben, und ſich ſo auf eine zweyfache Art bewegen. Die erſtere Bewegung, durch welche es von den afrikaniſchen Küſten an die Küſten von Amerika gebracht wird, wird verurſachen, daß es längs Mexiko nach den bermudiſchen Inſeln aufſteiget, und durch den 40° der Breite nach Europa übergehet (und wirklich ſind auch die Schiffer, wenn ſie von den atlantiſchen Inſeln zurückkehren wollen, genöthiget, dieſe Höhe zu gewinnen). Die andere Bewegung wird dieſes Waſſer von den afrikaniſchen Küſten an die Küſten von Braſilien und von da wieder zurück, von der Seite des Vorgebirges der guten Hoffnung, bringen. Auf eine ähnliche Art wird ſich auch die Sache im Südmeere verhalten, nur mit dem Unterſchiede, daß hier die Wirkung nicht eben ſo merklich ſeyn wird; denn der indianiſche Archipel und Neuholland ſetzen dem Waſſer kein ſolches Hinderniß entgegen, wie Amerika thut; deſſenungeachtet fließen auch in dieſem Meere die Gewäſſer gleichſam auf ſich ſelbſt zurück, denn die Schiffe, welche von den philippiniſchen Inſeln in Amerika kommen, ſind genöthiget, den 40 Grad nördlicher Breite zu gewinnen und durch Californien zurück zu gehen.

Auch andere mitwirkende Urſachen werden einen Strom der Gewäſſer gegen die Linie zuwege bringen; eine von denſelben wird die unterbrochene Wirkung der Winde ſeyn, die von den Polen nach den Wendekreiſen hin wehen; noch eine andere oben ſchon erwähnte wird die ſtärkere Ausdün-

ſtung

ſtung unter der Linie ſeyn, wodurch das Gewäſſer daſelbſt niedriger als gegen die Pole hin ſtehen wird u. ſ. f.

Dieſe drey Hauptbewegungen der Gewäſſer werden durch die Lage und Beſchaffenheit der Küſten, der Meerengen u. ſ. f. geändert werden.

Auch die Winde verurſachen auf der Oberfläche des Meeres oft eine ſtarke Bewegung, indem ſie die **Wellen** oder **Wogen** hervorbringen. Auf dem mittelländiſchen Meere ſoll nach **Marſigli** die lothrechte Höhe der Wellen nie über 8 Fuß gehen; in der Oſtſee ſind ſie etwas höher. Die Taucher ſpüren in einer Tiefe von 15 Klaftern keine Bewegung mehr, ſo unruhig auch das Meer auf der Oberfläche iſt.

Ariſtoteles, Plinius u. a. erzählen, daß man das ſtürmiſche Meer durch aufgegoſſenes Oel beſänftigen könne, und ſelbſt **Franklin** [a]) tritt dieſer Meinung bey, indem ihn Verſuche im Kleinen gelehret haben, daß die Wellen von aufgegoſſenem Oele wirklich geſtillet würden. Hingegen zweifelt **Meiſter** [b]) an dieſer Wirkung im Großen, und führet außerdem verſchiedene Verſuche über die Bewegung der Fläche an, mit welcher ſich Oel und Waſſer berühren.

Die großen Flüſſe geben ebenfalls, indem ſie ſich ins Meer ergießen, zur Entſtehung von Strömen in ſelbigem Gelegenheit; ſolche große Waſſermaſſen nämlich, welche einen mehr oder weniger ſchnellen Lauf haben, wie der Amazonenfluß, Plata u. ſ. f. müſſen, indem ſie in das Meer übergehen, etwas von ihrer eigenthümlichen Geſchwindigkeit ablegen, weil ſie ſelbige dem Meerwaſſer mittheilen; dieſe daher entſtandenen Ströme werden ſich aber ununterbrochen verändern, und zur Entſtehung von Wellen Gelegenheit geben, die den Seefahrern oft ſehr gefährlich werden.

a) Of the ſtilling of waves by means of Oil; in Philoſoph transact. Vol. LXIV. P. II. no. 44.

b) De olei aquae ſuperfuſi effectibus opticis et mechanicis; in comment. ſocietat. Goetting. Claſſ. mathem. Tom. I. ad an. 1768.

den. Dieſe Ströme werden beſonders zur Zeit der hohen Fluth heftiger.

Auch unterirdiſche Flüſſe, welche ſich ins Meer ergießen, können Ströme im Meere erzeugen.

Was endlich noch die Frage anlangt, ob das Meerwaſſer von Zeit zu Zeit abnehme? ſo wollen einige die Abnahme desſelben dadurch beweiſen, daß gewiſſe jetzt trockene Gegenden ehedem unter Waſſer geſtanden hätten, und daß die Waſſerhöhe an verſchiedenen Küſten immer geringer werde. In der Behauptung der Waſſerabnahme wurde man noch mehr dadurch beſtärket, daß einige Chemiker gefunden haben wollten, daß ſich das Waſſer in Erde verwandele. M. ſ. **Waſſer.** Allein um dieſe Frage mit Gewißheit zu entſcheiden, wären weit mehrere Erfahrungen, als bisher bekannt ſind, nöthig. Geſetzt auch, es wären gewiſſe Gegenden ins Trockene gekommen, welche ehedem unter Waſſer geſtanden hätten, ſo läßt ſich dieß ſehr natürlich aus der Abſetzung der Erden, des Sandes und der Steine erklären, welche die Flüſſe und Ströme dem Meere nach und nach zugeführet haben. Die meiſten Seeſtädte aber haben noch eben die Lage, die ſie vormahls hatten. Wenn alſo ja das Meer etwas an dem einen Orte verloren hätte, ſo hat es gewiß an dem andern Orte eben ſo viel wieder genommen, ſo daß es weder merklich zugenommen noch auch abgenommen zu haben ſcheinet. Daß aber das Waſſer ſich nach und nach in Erde verwandele, iſt nach neuern Verſuchen völlig widerleget worden.

M. ſ. **Torb. Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. überſ. durch **Röhl** Th. I. Abtheil. 3 Cap. 5. und Th II. Abtheil. 5. Cap. 3. **Lulofs** Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel; a. d. Holländ. durch **Käſtner** Cap. 12 und 14. **Prieſtley** Geſchichte der Optik; a. d. Engl. durch **Klügel** S. 414 u. f. **J. R. Forſters** Bemerkung auf ſeiner Reiſe um die Welt, überſ. mit Anmerk. von **G. Forſter.** Berlin 1783. 8. S. 44 f. **F. W. Otto** Abriß einer Naturgeſchichte des Meeres, ein Beytrag

trag zur phyſikaliſchen Erdbeſchreibung. Berlin 1792. B. I. 1794. B. II. De la Metherie Theorie der Erde aus den Franz. durch Eſchenbach. Leipz. 1797. Th. II. S. 305 u. f.

Meerbarometer ſ. Barometer.

Megalometer ſ. Mikrometer.

Megameter, de Lüc's elektriſche ſ. Elektrometer.

Meile (milliare, mille) iſt ein Längenmaß, welches man vorzüglich in der Erdbeſchreibung gebrauchet, um die Weite der Oerter auf der Erdoberfläche anzugeben. Die Länge der Meilen iſt bey verſchiedenen Nationen auch ſehr verſchieden, welches von dem willkürlich angenommenen Längenmaße der verſchiedenen Völker herrühret. M. ſ. Fuß.

Das Meilenmaß rührt von den Römern her. Dieſe theilten die Längen der Heerſtraßen, welche alle an die Hauptſtadt Rom ſtießen, in Meilen ein, welche mit Säulen bemerket waren. Die erſte davon ſtand mitten in der Stadt Rom, und man nannte ſie milliare aureum. Die römiſche Meile oder das milliare betrug 1000 Schritte, jeden zu 5 Fuß gerechnet oder 8 Stadia, jedes Stadium von 125 Schritten. Wenn man nach Eiſenſchmidt das Verhältniß des alten römiſchen Fußes zum pariſer wie 1324,5 zu 1440 ſetzet, ſo ergibt ſich die römiſche Meile = 4600 pariſ. Fuß oder 766⅔ Toiſen. Zwanzig ſolcher Meilen wurde für eine Tagreiſe gerechnet.

Von den neuern europäiſchen Völkern ſind die Meilen weit größer angenommen worden. Die Geographen beſonders haben die Größe der Meile durch einen gewiſſen beſtimmten Theil eines Grades vom Umfange eines größten Kreiſes der Erde beſtimmt, z. B. durch den 60ten, 20ten, 15ten, je nachdem es das Verhältniß der eingeführten Meile zu der vermutheten Größe des Grades erforderte. So war z. B. in England eine Meile angenommen, deren Länge etwa $\frac{1}{60}$ von der damahls bekannten Größe eines Grades ausmachte. Da Picards genauere Erdmeſſung bekannt wurde, ſo fand ſich, daß ſolcher Meilen 69 auf einen Grad

gingen. Es hält alſo dieſe engliſche Meile wirklich $\frac{57060}{69}$ oder 827 Toiſen, und iſt daher nicht viel größer als die alte römiſche Meile.

In Frankreich hat man zu Lande die lieue eingeführet, wovon 25 auf einen Grad gerechnet werden. Es iſt alſo dieſe lieue eine Länge von 2283 Toiſen, welche gemeiniglich eine franzöſiſche Meile genannt wird. Die franzöſiſchen Schiffer hingegen rechnen den 20ten Theil des Grades auf eine Seemeile, welche folglich 2853 Toiſen beträget.

Die **geographiſche** oder **deutſche** Meile macht den 15ten Theil eines Grades aus. Dieß Maß iſt aber unbeſtimmt, weil ſich die Größe derſelben nach der Größe des Grades vom Umfange der Erdkugel richtet, welche verſchieden iſt, nachdem man den Grad im Aequator oder im Mittagskreiſe an verſchiedenen Orten der Erde nimmt. Wenn man den Grad des Aequators dabey zum Grunde leget, welcher nach **Klügels** Beſtimmungen 57247 Toiſen beträget, ſo macht die deutſche Meile 3816½ Toiſen aus, gebrauchet man aber den Grad auf dem mittleren Umfange der Erde von 57173½ Toiſen, ſo gehen auf die Meile 3811⅗ Toiſen; nach **Picards** Beſtimmungen würde die deutſche Meile nur 3804 Toiſen ausmachen.

Die in Deutſchland wirklich üblichen Meilen ſind von verſchiedener Größe, mehrentheils zwiſchen 22500 und 25000 rheinl. Fuß. Es ſcheinet, als ob man die Länge einer Meile durch den Weg beſtimmet habe, welchen ein guter Fußgänger in zwey Stunden zurücklegen kann, welche Länge freylich ſehr unbeſtimmt iſt.

Angaben von den Längen der Meilen an den vornehmſten Oertern der Erde findet man in dem allgemeinen Contoriſten von **Herrmann** (Leipzig 1788 — 1792. IV. Theile in gr. 4.) und dem von **Gerhardt** (Berlin 1791 — 1792. II. Theile in gr. 4.).

Meniſ-

Meniſkus ſ. Linſengläſer.

Mennige ſ. Bley.

Menſtruum ſ. Auflöſungsmittel.

Mephitiſche Luft ſ. Gas, mephitiſches.

Meridian ſ. Mittagskreis.

Merkur (Mercurius, mercure) iſt einer von den ſechs bekannten Planeten, welche täglich ihren Stand unter den Fixſternen ändern, und außer der täglichen allen Sternen gemeinſchaftlichen Bewegung von Oſten gegen Weſten um den ganzen Himmel herum ſich zu bewegen ſcheinen. Dieſer Planet entfernet ſich von der Sonne nie über 32 Grad. Wenn er des Abends anfängt ſichtbar zu werden, ſo unterſcheidet man ihn mit Mühe in den Strahlen der Dämmerung. An den folgenden Tagen kömmt er mehr und mehr aus denſelben hervor, und nachdem er ſich ungefähr 25 Grad von der Sonne entfernet hat, geht er wieder zu ihr zurück. Während dieſer Zeit iſt die Bewegung des Merkurs in Rückſicht auf die Fixſterne rechtläufig, wenn aber bey ſeinem Zurückgehen zur Sonne eine Entfernung von dieſer nicht mehr als 20 Grad beträgt, ſo ſcheinet er ſtille zu ſtehen, und ſeine Bewegung wird hierauf rückläufig. Er fähret fort, ſich der Sonne wieder zu nähern, und endiget damit, daß er ſich des Abends in ihren Strahlen wieder verlieret. Nachdem er daſelbſt einige Zeit unſichtbar verweilet hat, ſo ſieht man ihn des Morgens wieder aus dieſen Strahlen hervorgehen, und ſich von der Sonne entfernen. Seine Bewegung iſt rückläufig, wie vor dem Verſchwinden; wenn aber der Planet zum 20ten Grade der Entfernung der Sonne gekommen iſt, ſo ſteht er aufs neue ſtille, und nimmt hernach wieder eine rechtläufige Bewegung an; ſo fährt er fort ſich bis auf einen Abſtand von 25 Graden von der Sonne zu entfernen. In der Folge nähert er ſich ihr wieder, verliert ſich abermahls des Morgens in den Strahlen der Morgenröthe, und zeigt ſich bald darauf des Abend wieder, um die nämlichen Erſcheinungen von neuem anzufangen.

Die Weite der größten Ausweichung des Merkurs von der Sonne auf beiden Seiten derſelben ändert ſich von 18 bis zu 32 Graden. Die Dauer ſeines Ausweichens und Zurückkommens zur nämlichen Lage in Anſehung der Sonne ändert ſich auf gleiche Art von 106 bis auf 130 Tage; der mittlere Bogen ſeines Rücklaufs beträgt ungefähr 15 Grade, und deſſen mittlere Dauer 23 Tage; aber es finden ſich große Verſchiedenheiten zwiſchen dieſen Größen bey verſchiedenen Rückläufen. Ueberhaupt ſind die Bewegungsgeſetzte des Merkurs ſehr verwickelt.

Weil dieſer Planet ſich nie weit von der Sonne entfernet, und ſich ſelbiger wieder nähert, ſo haben ſchon die alten Aſtronomen daraus geſchloſſen, daß er beſtändig um die Sonne umlaufe. Es gehöret alſo dieſer Planet zu den untern Planeten, welche der Sonne näher ſind als der Erde. Von der Sonne aus gerechnet iſt er der erſte Planet. Die Bahn desſelben iſt wie alle übrige Planetenbahnen elliptiſch, deren Ebene mit der Ebene der Ecliptik einen Winkel von 7 Grad macht.

Theilt man die Entfernung der Erde von der Sonne in 1000 Theile ein, ſo beträgt die größte, mittlere und kleinſte Entfernung von der Sonne 466, 387 und 307, und die Eccentricität der Merkursbahn 79 ſolcher Theile. Demnach verhält ſich ſeine größte Entfernung zu der kleinſten von der Sonne etwa wie 47 zu 31, beynahe wie 3 : 2. Daraus erhellet alſo, daß uns ſein Lauf ſehr ungleich erſcheinen muß, und daß ſeine Ausweichungen von der Sonne bald größer bald kleiner werden. Wenn der Merkur in der untern Conjunktion und Sonnenferne, die Erde aber in der Sonnennähe iſt, ſo beträgt ſeine Entfernung von der Erde 983 — 466 = 517 Theile, iſt er aber in oberer Conjunktion und Sonnenferne, und die Erde ebenfalls in der Sonnenferne, ſo iſt die Entfernung desſelben von der Erde 1017 + 466 = 1483 Theile. Es verhalten ſich alſo beider Abſtände zu einander beynahe wie 5 zu 14 ½.

Weil die mittlere Entfernung des Merkurs von der Sonne etwa $\frac{2}{5}$ des Abſtandes von der Erde beträgt, ſo läßt ſich ſeine Bahn mit einem Kreiſe vergleichen, deſſen Halbmeſſer $\frac{2}{5}$ von dem Halbmeſſer der Erdbahn ausmacht, wovon aber der Mittelpunkt nicht ſelbſt in die Sonne fällt, ſondern von ihr um $\frac{8}{100}$ des Halbmeſſers der Erdbahn entfernet iſt. Merkur durchläuft dieſe Bahn in 87 Tagen 23 Stunden 15 Minuten 37 Sekunden, ſo, daß er im Durchſchnitt täglich 4° 5′ 22″ 35‴ ſeines Kreiſes zurückleget.

Merkurs ſcheinbarer Durchmeſſer iſt veränderlich, und ſeine Veränderungen ſtehen in offenbarer Beziehung mit ſeiner Lage gegen die Sonne und mit der Richtung ſeiner Bewegung. Er iſt am kleinſten, wenn der Planet ſich des Morgens in den Sonnenſtrahlen verlieret, oder wenn er des Abends aus denſelben hervorkömmt; er iſt am größten, wenn er des Abends ſich in denſelben verlieret, oder des Morgens aus denſelben hervorkömmt. Nach Herrn **la Place** iſt ſeine mittlere Größe 21″, 3. Andere Aſtronomen ſetzen den ſcheinbaren Durchmeſſer des Merkurs weit geringer. So beträgt ſelbiger nach Herrn **Bode** in ſeiner näheſten Entfernung von uns 13″, und in ſeiner größten kaum 5″. Nach **de la Lande** hält er aus der Sonne in der mittleren Entfernung von der Erde geſehen 7″, und hieraus würde man ſeinen wahren Halbmeſſer etwa 0,407 vom Erdhalbmeſſer finden. Wenn man alſo den Merkur als eine wirkliche Kugel betrachtet, ſo würde er ungefähr 10 Mahl kleiner, als unſere Erde ſeyn.

Nach **la Place** macht die Maſſe des Merkurs $\frac{1}{2025810}$ und die der Erde $\frac{1}{329809}$ der Sonnenmaſſe aus, folglich wäre nach dieſer Beſtimmung die Maſſe des Merkurs etwa 6 Mahl geringer, als die der Erde. **De la Lande** ſchätzt ſie 7 Mahl geringer als die Maſſe der Erde, und hiernach wäre die Dichtigkeit des Merkurs doppelt ſo groß als die Dichtigkeit der Erde; es würden alſo die ſchweren Körper auf ſeiner Oberfläche in einer Sekunde durch 12 $\frac{1}{2}$ Fuß fallen.

Zuweilen ſieht man den Merkur in der Zwiſchenzeit von ſeinem Verſchwinden des Abends bis zu ſeinem Wiedererſcheinen des Morgens unter der Geſtalt eines ſchwarzen Fleckens, welcher eine Chorde der Sonnenſcheibe beſchreibet, über dieſe Scheibe wegrücken. Dieſe Durchgänge des Merkurs ſind wahre ringförmige Sonnenfinſterniſſe, welche uns beweiſen, daß dieſer Planet ſein Licht von der Sonne entlehnet. M. ſ. **Durchgänge**. Durch ſtark vergrößernde Fernröhre betrachtet zeiget er ähnliche Phaſen, wie der Mond, die auch wie die letztern gegen die Sonne gerichtet ſind, und durch ihre nach der Lage der Planeten in Anſehung der Sonne, und nach der Richtung ſeiner Bewegung veränderliche Größe über die Beſchaffenheit ſeiner Bahn ein großes Licht verbreiten. Auch iſt es wahrſcheinlich, daß ſich Merkur um ſeine Axe drehe, ob man gleich wegen ſeiner großen Nähe an der Sonne noch keine Flecken auf ihn hat wahrnehmen können, aus deren Bewegung ſich dieſe Umdrehung erweiſen, und die Geſchwindigkeit derſelben beſtimmen ließe.

M. ſ. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, an mehreren Stellen. **La Place** Darſtellung des Weltſyſtems a. d. Franz. Th. I. S. 65. Th. II. an manchen Stellen.

Meſſing, Gelbkupfer (orichalcum, aurichalcum, cuivre jaune, laiton) iſt eine Zuſammenſetzung aus etwa 3 Theilen Kupfer und 1 Theile reinen Zink. Durch dieſe Zuſammenſetzung wird die gewöhnliche Farbe des Kupfers gelb, die Geſchmeidigkeit vermehret, und auf dieſe Weiſe zur Verarbeitung der meiſten Inſtrumente geſchickt gemacht.

Weil der aus den Erzen gewonnene Zink nie ganz rein iſt, und durch das Zuſammenſchmelzen mit dem Kupfer eine ſpröde Maſſe gibt, ſo verfertiget man das Meſſing aus dem Galmey, einem natürlichen Zinkerze, durch eine Art von Cementation. M. ſ. **Galmey, Cementation**. Ohne Zweifel war dieß auch die Bereitungsart des Meſſings der Alten, welche den Zink als eigenes Metall noch nicht kannten.

ten. Der von Erde und Steinen gereinigte Galmey wird geröſtet, gepulvert, geſiebt, auch wohl geſchlemmt, hierauf mit eben ſo vielem Kohlenſtaube von hartem Holze zuſammengemiſcht, in einen irdenen Schmelztiegel gedrückt, gutes Kupfer hineingeleget, und alles zuſammen bedeckt bis zur Schmelzung des Kupfers im Feuer gelaſſen. Die Verfertigung des Meſſings wird umſtändlicher beſchrieben von **Gallon** [α]) und **Keir** [β]).

Das erhaltene Meſſing fällt gewöhnlich um den vierten bis dritten Theil ſchwerer aus, als das dazu angewandte Kupfer, obgleich aller reducirte Zink keinesweges in das Kupfer eingehet; vielmehr verdampft ein Theil, wie die blaue Flamme, welche um den Schmelztiegel ſpielt, ſo wie der graue Rauch und die aufſteigenden Zinkblumen offenbar zeigen. Gemeiniglich iſt das Meſſing nach der erſten Arbeit noch nicht ganz rein; daher wiederhohlet man dieſes Verfahren noch ein Mahl, ſetzt auch wohl einiges altes Meſſing hinzu. Ueberhaupt läßt ſich das Meſſing ſehr fein bearbeiten, wie im Knittergolde, Blattgolde, und den unechten Treſſen.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. III. Halle 1795. 8. §. 3275 u. f.

Metalle (metalla, métaux). Dieſen Nahmen führt eine eigene Hauptgattung von mineraliſchen Körpern, welche unter allen ſo ausgezeichnete Eigenſchaften beſitzen, daß es nicht ſchwer iſt, ſie von allen übrigen zu unterſcheiden. Die äußern Eigenſchaften, wodurch ſie ſich von den übrigen Foſſilien unterſcheiden, ſind ihre Dichtigkeit, Undurchſichtigkeit, ihr eigenthümlicher Glanz, ihre Zähigkeit, Dehnbarkeit, beſondere Art der Schmelzbarkeit, und Unauflösbarkeit im Waſſer. Die Anzahl der jetzt bekannten weſentlich von einander verſchiedenenen Metalle beläuft ſich auf neunzehn: **Platina, Gold, Silber, Queckſilber, Bley, Kupfer, Eiſen, Zinn, Zink, Wismuth, Spies-**

 glanz,

α) L'ar de convertir le cuivre rouge en laiton. Paris 1764.
β) Macquers chymiſches Wörterb. durch Leonhardi. Art. Meſſing.

glanz, Kobald, Nickel, Magneſium, Molyb- dän, Wolfram, Uran und **Titan**, von welchen einzelne Artikel dieſes Wörterbuchs handeln. Einige ſehr wenige von dieſen Metallen werden reguliniſch oder gediegen gefunden, ſie ſind größtentheils im vererzten Zuſtande in der Erde verborgen, und müſſen erſt durch Kunſt aus ſelbigen geſchieden werden. Daher haben ſie auch ihre Benennung von dem griechiſchen Worte μεταλλᾶν erhalten, welches eben ſo viel als Aufſuchen oder Nachforſchen bedeutet.

An Dichtigkeit übertreffen die Metalle alle übrige Körper des Mineralreichs, und das leichteſte unter allen Metallen iſt doch noch dichter, als der ſchwerſte Körper unter den Steinen und Erdarten. Aus ihrer Undurchſichtigkeit und großen Dichtigkeit folgt auch der eigenthümliche Spiegelglanz, welchen ſie im vollkommenen Zuſtande zeigen, und welcher von der Politur anderer harten Körper leicht zu unterſcheiden iſt. Es wird daher auch dieſer Glanz der **metalliſche Glanz** genannt. Wegen ihrer Unvereinbarkeit mit den erdigen Subſtanzen ſtehen ſie beym Fluſſe in der Schmelzhitze mit convexer Oberfläche in irdenen Schmelzgefäßen.

Mehrere Metalle ſind dehnbar, und ihre Theile laſſen ſich unter dem Hammer merklich an einander verſchieben, ohne ihren Zuſammenhang zu verlieren, und auf dieſe Weiſe zu dünnen Blättern und Fäden ſtrecken, wie z. B. das Gold, Silber, Platina, Kupfer u. ſ. f. andere hingegen ſind ſpröde, und laſſen ſich nicht dehnen oder ſtrecken, wie z. B. Arſenik, Kobald u. ſ. f. Dieſerwegen hat man ſonſt die Metalle eingetheilet in **Ganzmetalle** (metalla perfecta) und **Halbmetalle** (ſemimetalla). Aber dieſe Eintheilung iſt eben ſo wenig wiſſenſchaftlich als die Benennung gut gewählt. Denn es läßt ſich keine Grenzlinie zwiſchen ihnen ziehen, ſondern es gehen vielmehr die geſchmeidigen Metalle ganz unmerklich in die ſpröden über.

Die Metalle ſind alle ſchmelzbar aber in verſchiedenen Graden. So ſchmelzt Queckſilber ſchon in der gewöhnli-

chen Temperatur unſerer Atmoſphäre; einige Metalle ſchmelzen noch vor dem Glühen, z. B. Bley, Zinn; andere nach dem Glühen, z. B. Gold, Silber, Kupfer, Eiſen. Alle Metalle, nur Eiſen und Platina ausgenommen, ſchmelzen bey gehörigem Grade der Hitze plötzlich; die letztern hingegen werden erſt erweicht, und darauf beruht ihre ſo nützliche Eigenſchaft ſich ſchweißen zu laſſen. Auch ſind die Metalle kryſtalliſirbar, wenn die dazu nöthigen Bedingungen Statt finden. M. ſ. **Kryſtalliſation.** Bey den ſpröden oder ſogenannten Halbmetallen iſt die kryſtalliniſche Fügung der Theilchen ſehr leicht wahrzunehmen; bey den zähern hingegen fällt ſie nicht ſo ſehr in die Augen, indem ſich wegen ihrer Dehnbarkeit beym Zerſtücken die Lage ihrer Theile ändert.

Die meiſten Metalle ſind in ihrer Schmelzhitze feuerbeſtändig, wie Gold, Silber, Kupfer, Platina, Eiſen, Bley, Zinn, Nickel, Kobald, Magneſium, Wolfram; einige hingegen ſind flüchtig, und laſſen ſich in verſchloſſenen Gefäßen in die Höhe treiben, wie Queckſilber, Wismuth, Zink, Arſenik und Spiesglanz. Die Feuerbeſtändigkeit aber der erſten iſt nur relativ, indem ſelbſt die feuerbeſtändigſten, wie Gold und Silber, in der größten Hitze großer Brennſpiegel oder Brenngläſer verflüchtiget und in Dampf aufgelöſet werden.

Die mehreſten Metalle laſſen ſich unter einander zuſammenſchmelzen, und es entſtehen daraus manniafaltige **Metallgemiſche, Metallverſetzungen** und **Legirungen,** welche wegen ihrer beſonderen Eigenſchaften oft von ſehr großem Nutzen ſind. Die Metallgemiſche ſind oft dichter, als ſie den Berechnungen gemäß ſeyn ſollten, oft weniger dicht. Merkwürdig aber iſt es, daß einige Metalle gar nicht zuſammengeſchmolzen werden können und keine Vereinigung eingehen.

Bey einem gewiſſen verhältnißmäßigen Grade der Temperatur werden alle Metalle, Gold, Silber und Platina ausgenommen, in der Schmelzhitze in Metallkalke verwandelt, wenn bey ihnen der Zutritt der freyen Luft verſtattet

wird. Dieß hat zu der Eintheilung der Metalle in **edle** und **unedle** Veranlaſſung gegeben, zu den erſtern rechnet man nämlich das Gold, Silber und Platina, und zu den andern die übrigen Metalle.

Die Kalke der unedlen Metalle, nur der des Queckſilbers ausgenommen, gehen alle, wo nicht für ſich allein, doch in Verbindung mit andern, beym Schmelzen in ein Glas oder wenigſtens in eine glaſichte Schlacke über von anſehnlicher Dichtigkeit. Die Schmelzhitze, welche dazu erforderlich iſt, iſt größer, als die, wobey die Metalle dieſer Kalke fließen. Die metalliſchen Gläſer beſitzen ganz andere Eigenſchaften, als ihre reguliniſchen Metalle. Sie fließen im Feuer in den irdenen Schmelzgefäßen nicht mehr mit convexer Oberfläche, löſen Erden und Alkalien im Fluſſe auf, welches die reguliniſchen Metalle nicht thun, und laſſen ſich mit reguliniſchen Metallen durchaus nicht vereinigen.

Alle Metallkalke laſſen ſich durch Zuſatz von verbrennlichen Dingen, als Kohle, Fett u. ſ. f. mit Ausſchluß der atmoſphäriſchen Luft, folglich in verſchloſſenen Gefäßen vermittelſt des Glühefeuers wieder in Metalle verwandeln, welches man **Reduciren** oder **Wiederherſtellen** nennt. Dadurch verlieren die Metallkalke ihr vermehrtes abſolutes Gewicht, und das wieder hergeſtellte Metall das nämliche Gewicht und eben die Eigenſchaften, als Glanz, Dehnbarkeit, ſpecifiſches Gewicht u. ſ. f. wieder, als es vorher hatte, ehe es in Metallkalk verwandelt wurde. Eben dieß erfolget auch bey den metalliſchen Gläſern.

Weil bey der Wiederherſtellung der Metallkalke jederzeit brennbare Subſtanzen erforderlich ſind, ſo glaubte man vormahls, daß der Brennſtoff ſich mit dem Metallkalke verbinde, und dadurch die Reduktion bewirke, und daß im Gegentheil die Verkalkung bloß von dem Verluſt des Brennſtoffes herrühre. Daraus ſchloß man, daß alle Metalle aus einer Erde und dem Phlogiſton zuſammengeſetzet ſind. Nach der neuern Chemie hingegen liegt der Grund der Reduktion der Metallkalke und der metalliſchen Gläſer

darin,

darin, daß dieſe Körper durch den Zuſatz von verbrennlichen Körpern ihres Sauerſtoffes beraubet werden. Es haben nämlich dieſe verbrennlichen Subſtanzen zu dem Sauerſtoffe eine größere Verwandtſchaft, als die Metalle; dadurch verläßt nun der Sauerſtoff die Metallkalke und die metalliſchen Gläſer, verbindet ſich mit der Kohle, und erzeuget kohlenſaures Gas. Daraus folget natürlich, daß die Metallkalke und metalliſchen Gläſer gerade ſo viel Gewicht, nicht mehr, verlieren, als ſie vor der Reduktion mehr wie die Metalle, woraus ſie entſtanden ſind, hatten. Von einigen Metallkalken wird der Sauerſtoff ohne Zuſatz von verbrennlichen Materien durch die Wärme getrennt. Das neuere Syſtem betrachtet alſo die Metalle als einfache, oder wenigſtens noch unzerlegte Subſtanzen, die Metallkalke aber zuſammengeſetzt aus den Metallen und dem Sauerſtoffe. Diejenigen Chemiker, welche noch einen Brennſtoff annehmen, betrachten die Wiederherſtellung der Metalle aus ihren Kalken und Gläſern nicht allein als eine Scheidung des Sauerſtoffs von dem damit verbundenen Metalle, ſondern auch zugleich als eine Wiedererſtattung ſeines verlornen Brennſtoffs. Daher verbindet ſich der Sauerſtoff nicht bloß mit dem Kohlenſtoffe zum kohlenſauren Gas, ſondern die Kohle überläßt auch den Metallen den Brennſtoff, wodurch das Metall wieder reguliniſch wird.

Auf dem naſſen Wege ſind die eigentlichen Auflöſungsmittel der Metalle die Säuren. Die Auflöſung geſchiehet aber ganz allein vermöge der Verwandtſchaft, welche die Metalle mit dem Sauerſtoffe haben, womit ſie ſich während der Auflöſung ſättigen. Ohne vorhergegangene Sättigung des Sauerſtoffs mit den Metallen iſt keine Verbindung unter einander möglich. Daher kömmt es, daß diejenigen Metalle, welche keine gehörige Menge von Sauerſtoff enthalten, ſich ſchwer mit den Säuren verbinden, und daß diejenigen, welche mehr Sauerſtoff enthalten, leicht von den Säuren getrennt werden. Bey der Auflöſung der Metalle in Säuren iſt alſo alle Mahl ein gewiſſer vorher-

gegange-

gegangener Grad von Säuerung der Metalle nöthig, wenn ſie ſich mit den Säuren aufs innigſte verbinden ſollen. Dieſer Grad wird nun freylich bey verſchiedenen Arten von Metallen in einerley Säure, und bey einem Metalle in verſchiedenen Säuren verſchieden seyn. Sobald aber die Auflöſung der Metalle in Säuren vor ſich gehet, ſo entſtehet meiſtentheils ein Aufbrauſen, und es entwickeln ſich Luftarten. Hierbey laſſen ſich nun drey Fälle gedenken: das Metall, welches ſich mit dem Sauerſtoffe verbindet, zerlegt entweder die Säure ſelbſt oder das Waſſer, welches mit der Säure verbunden iſt, oder es ſaugt den Sauerſtoff aus der Atmoſphäre ein. Im erſten Falle entwickelt ſich der andere Beſtandtheil der Säure, verbindet ſich mit dem Wärmeſtoffe, und bildet eine Luftart, z. B. aus der Schwefelſäure Schwefelluft; im zweyten Falle bleibt die Säure unzerlegt, das Waſſer aber wird zerlegt, und es entwickelt ſich Waſſerſtoffgas; im dritten Falle endlich bleibt ſowohl das Waſſer als auch die Säure unverändert. Auch gibt es noch einige Fälle, wo das Waſſer und die Säure zugleich durch das Metall zerleget wird.

Bey einer jeden metalliſchen Auflöſung, in welcher die Säure zerſetzet wird, iſt ſehr viel Säure nöthig. Denn erſtlich iſt ein Theil nöthig, welcher das Metall ſäuert, und zweytens ein anderer Theil, um das geſäuerte Metall aufzulöſen. Uebrigens verbinden ſich die metalliſchen Auflöſungen, wenn ſie der freyen Luft ausgeſetzet werden, nach und nach mit dem in der Atmoſphäre befindlichen Sauerſtoffe, wodurch eine ſogenannte Ueberſäuerung Statt findet, folglich trennen ſich dadurch die Metalle und fallen zu Boden.

Die Säuren mit den darin aufgelöſten Metallen geben in ihrer Verbindung neue Körperarten, und bilden **metalliſche Salze** oder Mittelſalze mit einer metalliſchen Grundlage, deren Anzahl ſehr groß iſt. Dieſe daher entſtandenen Metallſaze unterſcheiden ſich unter einander auf verſchiedene Art, theils durch die Auflösbarkeit, theils durch die **Kryſtalliſirung**, theils durch den Geſchmack, theils durch

die Farbe, theils durch die verſchiedenen Formen der Kryſtalle u. ſ. w.

Weil die Metalle mit den Säuren nicht anders verbunden ſeyn können, als wenn ſie bis zu einem gewiſſen Grad geſäuert ſind, ſo iſt es leicht begreiflich, daß in einer metalliſchen Auflöſung der Sauerſtoff dem Metalle entzogen werden müſſe, wenn in ſelbige ein anderes Metall gebracht wird, daß mit dem Sauerſtoffe eine größere Verwandtſchaft als mit dem aufgelöſten Metall hat. Dadurch wird alsdann natürlich das aufgelöſte Metall mehr oder weniger zu Boden fallen, nachdem es mehr oder weniger Sauerſtoff verloren hat. So ſchlägt z. B. das Kupfer in einer Silberauflöſung das Silber nieder. Bey dieſem Niederſchlage bemerket man kein Aufbrauſen, und keine Erzeugung von Luftarten, auch iſt der Metallniederſchlag völlig reguliniſch. Der Grund hiervon liegt ſchon in dem vorhin Geſagten: denn wenn das in eine metalliſche Auflöſung gebrachte Metall dem Aufgelöſten den Sauerſtoff entziehet, und ſich damit ſäuert, ſo kann weder eine Zerſetzung der Säure noch des Waſſers, welches mit der Säure verbunden iſt, Statt finden, folglich kann auch keine Entwickelung irgend einer Luftart vor ſich gehen. Iſt ferner die Menge des in die Auflöſung gebrachten Metalls ſo groß, daß ſelbiges ſich mit allem Sauerſtoff des aufgelöſten Metalls verbinden kann, ſo kann auch der Niederſchlag kein Metallkalk, ſondern er muß reguliniſch ſeyn. Nach mehreren Beobachtungen findet folgende Verwandtſchaftsfolge der Metalle zum Sauerſtoffe Statt: Zink (Magneſium, Kobald, Nickel), Eiſen, Bley, Zinn, Kupfer, Wismuth, Spiesglanz, Arſenik, Queckſilber, Silber, Gold, Platina.

Verſchiedene Metalle geben bey ihrer Niederſchlagung aus den Säuren durch andere reguliniſche Metalle kryſtalliſche Anſchüſſe von verſchiedenen Geſtalten und Formen, welche man **künſtliche Vegetationen** und **Metallbäumchen** (*vegetationes metallicae*) nennt. M. ſ. **Dianenbaum.**

In

In Abſicht des ſpecifiſchen Gewichtes folgen die Metalle vom ſchwerſten an gerechnet ſo auf einander: Platina, Gold, Queckſilber, Bley, Silber, Wismuth, Nickel, Kupfer, Arſenik, Eiſen, Kobald, Zinn, Zink, Spiesglanz, Braunſtein.

In Rückſicht des Glanzes und der Politur laſſen ſich zwar die Grade der verſchiedenen Metalle nicht genau beſtimmen; man kann ſie jedoch ungefähr in folgende Ordnung ſtellen: Platina, Eiſen oder Stahl, Silber, Queckſilber, Gold, Kupfer, Zinn und Bley.

In Anſehung der abſoluten Feſtigkeit ſtehen die Metalle nach den Verſuchen **Muſſchenbroek's** in folgender Ordnung: Eiſen, Silber, Gold, Kupfer, Zinn, Wismuth, Zink, Spiesglanz, Bley; nach den Verſuchen des **Grafen von Sickingen** aber: Eiſen, Kupfer, Platina, Silber, Gold.

In Rückſicht der Schmelzbarkeit ſtehen ſie in folgender Ordnung: Zinn, Bley, Silber, Gold, Kupfer, Eiſen, Platina.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2133 f. deſſen Grundriß der Naturlehre. 3te Aufl. Halle 1797. 8. §. 1067 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie Berlin 1795. 8. S. 260 u. f.

Metallreiz ſ. **Elektricität, thieriſche.**

Metallthermometer ſ. **Pyrometer, Thermometer.**

Metallurgie, Hüttenwiſſenſchaft (metallurgia, métallurgie) iſt derjenige Theil der angewandten Chemie, welcher das Verfahren lehret, die Metalle aus ihren Erzen und Verbindungen, worin ſie in der Natur vorkommen, zu ſcheiden, und zu Gute zu machen. Ohne Zweifel ſind die Regeln der Scheidung der Metalle aus den Erzen die erſten Kenntniſſe in der Chemie geweſen, weil die Metalle vor allen andern chemiſchen Produkten bekannt geweſen ſind. Alle dieſe hierher gehörigen Kenntniſſe aber ſind erſt nach

und nach durch Erfahrung verbeſſert und erweitert worden, bis ſie erſt in den neuern Zeiten, beſonders in Schweden und Deutſchland, in eine wiſſenſchaftliche Form ſind gebracht worden. Die erſten, welche die Hüttenarbeiten in Verbindung mit dem Bergbau beſchrieben, waren **Johann Georg Agricola** *) und **Lazarus Erker** [β]). Mit der allmähligen Erweiterung der Chemie hat auch dieſer Theil eine vollkommenere Geſtalt erhalten. Die vorzüglichſten und vollſtändigſten Schriften, welche die Metallurgie abhandeln, ſind folgende: **Chph. Andr. Schlüters** gründlicher Unterricht von Hüttenwerken. Braunſchw. 1738. Fol. **Johann Andr. Cramer** Anfangsgründe der Metallurgie. Blankenb. und Quedlinb. I — III. Theil 1774 — 1777. kl. Fol. Kürzere Anleitungen geben **Chph. Ehreg. Gellert** Anfangsgründe zur metallurgiſchen Chemie. Leipz. 1755. 8. 1776. 8. *Jo. Gottſch. Wallerius* elementa metallurgiae, ſpeciatim chemicae. Holm. 1768. 8. Deutſch. Anfangsgründe der Metallurgie, beſonders der chemiſchen. Leipz. 1770. 8. **Joh. Ant. Scopoli** Anfangsgründe der Metallurgie. Mannheim 1789. 4. **Joh. Fr. Gmelin** chemiſche Grundſätze der Probir- und Schmelzkunſt. Halle 1786. 8. **Karl Wilhelm Fiedler** Handbuch der Metallurgie B. I. die Probierkunſt. Caſſel 1797. 8.

Meteore, Lufterſcheinungen (meteora, météores) ſind überhaupt alle die Veränderungen, welche ſich in der Atmoſphäre unſerer Erde beſtändig zutragen. Gemeiniglich theilet man ſie ein in **luftige, wäßrige, feurige** und **glänzende.**

Luftige Phänomene ſind die **Winde;** wäßrige der **Thau, Reif, Nebel,** die **Wolken,** der **Regen,** der **Schnee,**

*) De re metallica libri XII. Baſil. 1546. fol. 1657. fol. G. Agricola XII. Bücher vom Bergwerk. Baſel 1557. Fol. Bergwerksbuch. Baſel 1621. Fol. Bergwerksbuch, verdeutſcht durch *Phil. Becchium.* Frankf. 1550. Fol.

β) De re metallica. Francof. 1629. fol. aula ſubterranea oder Beſchreibung derjenigen Sachen, ſo in der Tiefe der Erde wachſen. Frankf. 1694. 4. 1703. Fol. verdeutſcht und verbeſſert durch J. E. C. 1736. Fol.

Schnee, das **Glatteis**, der **Hagel** und die **Waſſerhoſen**; zu den feurigen rechnet man den **Blitz** und **Donner**, das **Wetterleuchten**, das **Nordlicht**, die **Feuerkugeln**, die **Sternſchnuppen**, die **Irrwiſche** und **Irrlichter**; zu den glänzenden endlich gehören der **Regenbogen**, die **Höfe**, die **Nebenſonnen** und **Nebenmonde**. Von allen dieſen Erſcheinungen handeln eigene Artikel.

Meteòrologie, Witterungslehre) meteorologia, météorologie) iſt die Lehre von den Veränderungen, welche in der Atmoſphäre unſerer Erde vorgehen. Die Veränderungen in unſerer Atmoſphäre mögen durch Urſachen erfolgen, durch welche man will, ſo ſind doch chemiſche Operationen, welche die Natur in ſelbiger bewirket, unverkennbar. Durch Einwirkung der Wärme und des Lichtes müſſen nothwendig die im Luftkreiſe befindlichen fremdartigen Stoffe andere und andere Verbindungen eingehen, welche durch uns noch unbekannte Prozeſſe neue Produkte erzeugen, und ſo den Zuſtand der Atmoſphäre beſtändig verändern. Eben durch die verſchiedene Einwirkung der Wärme entſtehet Veränderung in der Dichtigkeit, Feuchtigkeit, Trockenheit u. ſ. f. derſelben. Um die Größen und Veränderungen aller dieſer Zuſtände der Luft zu beſtimmen, hat man Inſtrumente, wie das Barometer, Thermometer, Hygrometer, Eudiometer u. ſ. f. erfunden, welche man unter dem gemeinſchaftlichen Nahmen **meteoroſkopiſcher** oder **meteorologiſcher Werkzeuge** begreift, ſo wie auch die damit angeſtellten Beobachtungen **meteorologiſche** genannt werden. Die meteorologiſchen Beobachtungen zeigen alſo, daß Veränderungen im Zuſtande der Luft vorgegangen ſeyn müſſen, wenn die dazu beabſichtigten Werkzeuge Veränderungen erleiden; allein aus ſelbigen läßt ſich noch keinesweges auf die Art und Weiſe ſchließen, wie hierbey die Natur operiret habe. Die veränderten Wirkungen nehmen wir wahr, aber die Prozeſſe, welche die Natur dabey gebrauchet, ſind uns noch unbekannt, ob man gleich in den

neuern Zeiten die meteorologiſchen Werkzeuge zu einem höhern Grad der Vollkommenheit zu bringen geſuchet, und die meteorologiſchen Beobachtungen mit neuern Verſuchen oft ſehr glücklich verglichen hat.

In den ältern Zeiten beſtand die Meteorologie bloß aus einigen auf angebliche Erfahrung gegründeten Regeln, wovon die meiſten auf Aberglauben ſich gründeten, und oft mit ſinnlichen Erklärungen der Urſachen vermengt waren. In dem mittlern Zeitalter verband man dieſe Lehre ſogar mit der ſo beliebten Aſtrologie. Man glaubte, daß nicht allein Sonne und Mond, ſondern auch alle übrige Sterne einen unmittelbaren Einfluß auf die Witterung hätten, und ſuchte aus den Stellungen derſelben Vorherſagungen der Witterung abzuleiten, woraus ein eigener Zweig der Aſtrologie entſprungen iſt. Beyſpiele von ſolchen alten Witterungsregeln findet man noch in einem zu Berlin im Jahre 1733. 8. herausgekommenen Haus- und Reiſe-Kalender. Jedoch kann man einigen Regeln die Zuverläſſigkeit nicht abſprechen. Denn unſtreitig liegen zu Vorherſagung der Witterung Merkmahle in den Dünſten, dem äußern Anſehen der Geſtirne, den Winden und in andern Erſcheinungen an menſchlichen Körpern, Thieren und Pflanzen. Herr **Sennebier** *) hat dieſe Merkmahle in einer guten Ordnung zuſammengeſtellet.

Nachdem das Barometer entdecket, und es außer Zweifel geſetzet wurde, daß der Druck der Luft die Barometerſäule erhalte, ſo glaubte man ſelbſt ein Werkzeug gefunden zu haben, welches die Veränderung der Luft in Anſehung der Witterung anzeige, und eben dieſe Muthmaßung verurſachte, daß das Barometer den Nahmen des **Wetterglaſes** erhielt, und allgemein bekannt wurde. Außerdem gab

*) Allgemeine Grundſätze, die Witterung ohne Inſtrumente vorher zu beſtimmen, aus dem Journal des ſcienc. utiles; im gothaiſch. Magazin für das Neueſte a. d. Phyſik und Naturgeſch. B. VIII. St. 2. S. 1. — 36.

gab dieſe Vermuthung zu einer Menge von Hypotheſen über den Zuſammenhang der Witterung mit der Dichtigkeit und Elaſticität der Luft, und über die Urſache des Steigens und Fallens des Barometers, Veranlaſſung. M. ſ. **Barometerveränderungen.** Man bemerkte aber bald, daß alle dieſe Hypotheſen keinesweges zureichend waren, die Sache gehörig ins Licht zu ſetzen, vielmehr fand man nach und nach durch genauere Unterſuchungen, daß man auf weit mehrere Umſtände in der Luft, als auf die Dichtigkeit derſelben, zu ſehen habe, ehe man zur richtigen Erklärung der Witterung gelangen könne.

Carteſius [α]) ſuchte die Meteore auf eine bloß mechaniſche Art, **Stahl** [β]) hingegen chemiſch zu erklären. Ueberhaupt iſt die Anzahl der hierüber entworfenen Hypotheſen ſehr groß, wovon man die Geſchichte beym Abbé **Richard** [γ]) findet. Ein weit größeres Licht aber erhielt die Meteorologie durch die vielfältigen und mit aller Sorgfallt angeſtellten Beobachtungen der Herrn **de Sauſſüre** [δ]) und **de Lüc** [ε]). Hierdurch entſtand aber unter den Phyſikern, vorzüglich in Abſicht der wäſſerigen Meteore, eine getheilte Meinung; einige glaubten nämlich mit **le Roy**, daß die Ausdünſtung eine wahre Auflöſung des Waſſers in Luft ſey; andere aber nahmen mit **de Lüc** an, daß die Ausdünſtung eine bloße Verdampfung ſey, und ſuchten die meiſten Phänomene durch Niederſchlag des von dem Wärmeſtoffe bewirkten Dampfes zu erklären; den Regen hingegen, welcher ſich daraus nicht herleiten laſſe, betrachteten ſie als einen wechſelſeitigen Uebergang des Dampfes in Luft, und dieſer wiederum in Waſſer, wobey überall Verbindung mit Elektricität vermuthet wurde. Was die Antiphlogiſtiker betrifft, ſo nehmen dieſe noch das Auflöſungsſyſtem des Herrn

le

α) Meteora; in opp. philoſoph. Amſtel. 1685. 4. p. 153. ſqq.
β) Einleitung zur Witterungsdeutung Halle 1716. 8.
γ) Hiſtoire naturelle de l'air et des météores à Paris. VII. Tomes 1774. gr. 12. deutſch. Frankf. 1773 8.
δ) Eſſais ſur l'hygrométrie. Neuſchat. 1783. 8. eſſ. IV.
ε) Idées ſur la météorologie à Lond. 1786. 8. Tom. II.

le Roy an, und verbinden hiermit die Hypotheſe von der Zerlegung und Zuſammenſetzung des Waſſers. Wie ſie daraus die Lufterſcheinungen herleiten, findet man kurz bey Girtanner [α]). Der Erklärung der Antiphlogiſtiker hat Herr de Lüc wichtige Zweifel entgegengeſetzet. Des Herrn de Lüc ſein Syſtem findet man in ſeinen Idées ſur la météorologie und in verſchiedenen an de la Metherie gerichteten Briefen, und auszugsweiſe beym Herrn Lampadius [β]). Selbſt Herr Hofr. Lichtenberg [γ]), welcher dem neuern Syſtem das gerechte Lob nicht verſaget, glaubt, daß die Vorſtellung des Herrn de Lüc mit der Natur im Großen weit mehr zuſammenſtimme, als nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme.

Herr Hube [δ]) hat die Meteore ebenfalls aus dem Auflöſungsſyſtem hergeleitet, jedoch nach einem eigenen Ideengange, wobey er hauptſächlich zwey Arten der Ausdünſtung annimmt. M. ſ. Ausdünſtung.

Meteorologiſche Beobachtungen findet man ſchon in großer Anzahl in den mémoires de l'Acad. des ſciences de Paris, in den Philoſoph. Transact. und in den Schriften mehrerer gelehrten Geſellſchaften. Auch hat Horrebow [ε]) eine lange Reihe von meteorologiſchen Beobachtungen zu Kopenhagen mitgetheilet. Der P. Cotte [ζ]) hat die Meteorologie wiſſenſchaftlich zu behandeln geſucht, und nachher hierzu noch neuere Beyträge [η]) geliefert. Es beruht freylich die Theorie noch auf ſehr ſchwankenden Grundſätzen, indem aus dem bisher Geſagten hinlänglich erhellet, daß noch ſehr

α) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8.

β) Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers. Gött. 1793. 8. S. 84 u. f.

γ) In der Vorrede zur 6ten Auflage der Erxleb. Anfangsgründe der Naturlehre.

δ) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Leipz. 1793

ε) Tractatus hiſtorico-meteorolog. continens obſeruat. XXVI. annorum in obſeruatorio Havnienſi factas. Havniae 1780. 4.

ζ) Traité de météorologie à Paris 1774. 4.

η) Mémoir. ſur la météorologie pour ſervir de ſuite et de ſupplement au traité de météorologie à Paris. 1789. Tom. I. II.

viel fehlet, um die Meteorologie auf feſte Gründe zu bauen. Es bleibt daher vor allen Dingen vorjetzt nichts weiter zu thun übrig, als die Beobachtungen mit der größten Sorgfalt fortzuſetzen, und ſie gehörig mit einander zu vergleichen.

Um die an verſchiedenen Orten der Erde angeſtellten Beobachtungen gegen einander halten zu können, hat zu dieſer Abſicht beſonders der Churfürſt von Pfalz-Bayern mit Beyhülfe des Abts **Hemmer** zu Manheim eine eigene, ſehr weit ausgebreitete **meteorologiſche Geſellſchaft** im Jahre 1780 errichtet. Auf Koſten dieſer Geſellſchaft wurden ſowohl in den churfürſtlichen Landen, als auch in- und außerhalb Europa genau übereinſtimmende Inſtrumente an ſchickliche Orte aufgeſtellet, und hiermit täglich zu beſtimmten Stunden Beobachtungen gemacht. Die Aufſicht über die Veranſtaltung hat die meteorologiſche Claſſe der Akademie zu Manheim. Die Inſtrumente, welche die Geſellſchaft verſendet, ſind ein Barometer, Thermometer mit reaum. Skale, und ein Federkielhygrometer, bisweilen auch ein branderiſches Declinatorium, wovon der Gebrauch und die Behandlung in einer ausführlichen Inſtruktion angegeben ſind. Ueberdieß wünſcht die Geſellſchaft, daß die Beobachter auch noch ein Luft- und Wolkenthermometer, Wind- Regen- und Ausdünſtungsmeſſer zum Gebrauche aufſtellen möchten. Die Beobachtungen werden während des Tages drey Mahl angeſtellet, früh um 7 Uhr, Nachmittags um 2 Uhr und Abends um 9 Uhr, mit vorgeſchriebenen gut gewählten Bezeichnungen der begleitenden Umſtände in Tafeln eingetragen. Von den eingeſendeten Beobachtungen ſind nun bereits verſchiedene Jahrgänge erſchienen [α]), welchen zugleich gute Bemerkungen und Abhandlungen beygefüget ſind. Auch hat der Abt **Hemmer** [β]) die gebrauchten Werkzeuge ſelbſt beſchrieben.

Herr

α) Ephemerides ſocietatis meteorologicae Palatinae. Hiſtoria et obſeruat. Manhem 1783. – 1794. 4. maj.

β) Deſcriptio inſtrumentorum ſocietatis meteorologicae Palat. Manh. 1782. 4.

Herr Toaldo *) hat endlich verſuchet, ein eigenes Syſtem über die Witterungslehre aus 50 jährigen zu Padua angeſtellten Beobachtungen zu errichten. Bey der ſehr vermehrten franzöſiſchen Ueberſetzung dieſes Werkes iſt in der zweyten Ausgabe zugleich die Ueberſetzung der phaenomenorum des Arati beygefüget worden. Ein Auszug daraus findet ſich im gothaiſchen Magazin †), aus dem Journal des ſcienc. vtiles genommen, wovon das Weſentlichſte folgendes iſt:

Nach den Erfahrungen des Toaldo können Elaſticität der Luft und Verſchiedenheit ihrer Miſchung in dem Allgemeinen durch die beiden Himmelskörper, die Sonne und den Mond, beſtimmten Gange der Witterung nur geringe und lokale Abänderungen hervorbringen. Er will nämlich gefunden haben, daß gutes und ſchlimmes Wetter vornehmlich durch den Stand des Mondes gegen die Sonne und der Erde beſtimmt werde, und die Veränderungen desſelben mit den merkwürdigſten Stellen des Mondes, die er **Mondspunkte** nennt, zuſammentreffen. Auch wäre es bekannt genug, daß alle Verſuche, die Witterung aus der Theorie der Atmoſphäre zu erklären, bisher ganz fruchtlos geweſen wären.

Toaldo unterſcheidet zehnerley Stellungen des Mondes, wovon jede im Stande iſt, in der Atmoſphäre eine merkliche Wirkung hervorzubringen. Vier davon ſind Neumond, erſtes Viertel, Vollmond und letztes Viertel; zwey andere Erdnähe und Erdferne; und endlich noch 4 andere, nördlicher und ſüdlicher Durchgang des Mondes durch den Aequator, und nördliche und ſüdliche Mondswende, oder größte Abweichung des Mondes vom Aequator. Die vier erſten hängen von dem ſynodiſchen, die beiden andern von dem anomaliſtiſchen und die vier letztern von dem periodiſchen

*) Della vera influenza degli aſtri nelle ſtagioni e mutazioni del tempo, ſaggio meteorologico di *Giuſeppe Toaldo*. in Padova 1770. 4. maj.

†) B. VII. H. 4. S. 148 ff.

Monate ab. Durch die ungleiche Dauer dieſer dreyerley Monate wird verurſachet, daß die nämliche Stellung des Mondes gegen die Sonne und der Erde erſt nach einer langen Reihe von Jahren wiederkehret. Das Zuſammentreffen dieſer Monatspunkte in der Verbindung mit der weit regelmäßigern Wirkung der Sonne in jeder Jahreszeit verurſachet eigentlich die Veränderungen des Wetters.

Jeder Mondspunkt ändert den Zuſtand des Himmels, welcher durch einen vorhergegangenen verurſachet worden, und es iſt ſelten, daß ſich eine Veränderung des Wetters ohne einen eintreffenden Mondspunkt ereignet.

Die Wirkungen werden durchs Zuſammentreffen mehrerer Mondspunkte, welche ſich wegen der ungleichen Dauer ihrer Perioden oft combiniren, verſtärkt; den meiſten Erfolg hat beſonders die Verbindung der Syzygien (vorzüglich des Vollmonds) mit der Erdnähe und hiernächſt mit der Erdferne. Durch das Zuſammentreffen dieſer Punkte wird gewöhnlich Sturm oder Regenwetter verurſachet, welche deſto heftiger werden, je näher die vereinigten Punkte dem Durchgange des Mondes durch den Aequator ſind, beſonders in den Monaten März und September.

Die Neumonde, welche die Witterung nicht ändern, ſind diejenigen, welche weit von den Apſiden einfallen.

Ob es gleich richtig iſt, daß jeder Mondspunkt den Zuſtand des Himmels, welcher von dem vorhergehenden bewirket worden, ändert, ſo bemerket man doch, daß manche Mondspunkte zum guten und andere zum ſchlechten Wetter geneigt ſind. Die zur letztern Claſſe gehörigen ſind die Erdnähe, Neu- und Vollmond, Durchgänge durch den Aequator nebſt der nördlichen Mondswende. Die zur erſten Claſſe gehörigen aber die Erdferne, Quadraturen und die ſüdlichen Mondswenden.

Selten ereignet ſich ein Wechſel der Witterung an dem Tage des Mondspunktes ſelbſt, ſondern er geht entweder vor demſelben her, oder folget ihm nach. Man bemerket, daß die von den Mondspunkten bewirkten Veränderungen

in

in den ſechs Wintermonaten voreilen, und in den ſechs Sommermonaten hinten nach kommen.

Außer den Mondspunkten muß man auch noch auf die vierten Tage vor dem Neu- und Vollmond, die man die **Octanten** nennt, mit Rückſicht nehmen. Um dieſe Zeit nämlich läßt ſich das Wetter zur Veränderung an, und man kann an demſelben ſchon ſehen, was bey dem nächſten Mondspunkte ſelbſt erfolgen wird. Man gibt an dieſem Tage Acht, ob die Mondshörner klar und nett abgeſchnitten ſind, denn in ſolchem Falle hat man auf gutes Wetter zu rechnen; ſind ſie aber trübe, und nicht ſcharf begrenzt, ſo iſt es ein Zeichen, daß ſchlecht Wetter einfallen werde. Schon **Virgil** *) nennt dieſen vierten Tag einen ſehr ſichern Propheten.

Wenn die Witterung am vierten fünften und ſechsten Tage des Mondes unverändert bleibt, ſo kann man vermuthen, daß ſie ſich ſo fort bis zum Vollmonde, ja zuweilen gar bis zum nächſten Neumonde erhalten werde; und in dieſem Falle haben die Mondspunkte nur wenig Wirkung.

Selbſt die Stunden, in welchen ſich die Witterung ändert, ſcheinen von den Stellungen des Mondes gegen den Horizont abzuhangen, welche **Toaldo** die **Winkel des Mondes** nennt. Bey dem Auf- und Untergange des Mondes ſchickt ſich die Zeit zum Regen, bey den Durchgängen durch den Mittagskreis aber zum guten Wetter an. Man wird an den regnigen Tagen bemerken, daß ungefähr zu den Zeiten, wo der Mond durch den Mittagskreis gehet, das ſchlimme Wetter alle Mahl ein wenig unterbrochen wird. Man muß jedoch eine Ausnahme von dieſer Regel machen, ſo oft die Winkel des Mondes nicht mit denen der Sonne zuſammenſtimmen. Da man dieſe Beobachtungen mittelſt der aſtronomiſchen Tafeln, in welchen ſich die Mond- und Sonnenwinkel aufgezeichnet finden, ſehr leicht anſtellen kann, ſo ſind ſie ſehr geſchickt, die Wahrheit des Syſtems zu prüfen.

Es regnet auch mehr am Tage, als des Nachts, und öfter des Abends als des Morgens.

*) Georg. I. v. 431. ſqq.

Die ſchlimmſten Jahreszeiten ereignen ſich, wenn die Apſiden des Mondes in die vier Cardinalpunkte des Thierkreiſes fallen, hingegen ſind diejenigen Jahre, da die Apſiden in den Zeichen des Stiers, des Löwen, der Jungfrau und des Waſſermanns ſich befinden, gut und gemäßigt. Hiernach müſſen ſich alſo die 18ten Jahre ähnlich ſeyn; jedoch trifft dieß wegen der verſchiedenen Umläufe der Mondspunkte nicht in aller Strenge ein. Das 54ſte Jahr aber muß dem erſten mehr, als alle übrige, gleichen, weil ſich nach dieſer Periode alle Mondspunkte wieder in den nämlichen Stellen befinden. Die Menge des Regens iſt in 9 auf einander folgenden Jahren beynahe derjenigen gleich, welche ſich in den nächſtfolgenden 9 Jahren findet; dieß iſt jedoch eben nicht der Fall, wenn man die Regenmenge von 6, 8 oder 10 Jahren auf ähnliche Weiſe vergleichet.

Endlich bemerket **Toaldo** noch, daß ſein Syſtem nur für die Erde im Ganzen Statt finde, und in beſondern Gegenden vielfältige und durch lokale Beobachtungen zu beſtimmende Ausnahmen leide.

Herr **Stöwe** *) kam auf die Vermuthung, daß ſich vielleicht an den Tagen, an welchen drey Himmelskörper faſt in einer geraden Linie zu ſtehen kommen, merkwürdige Himmelsbegebenheiten ereignen würden. Veranlaſſung zu dieſer Vermuthung gaben ihm Erfahrungen aus den berliner Zeitungen von 1780 bis 1786. geſammelt, nach welchen Veränderungen in der Atmoſphäre auf ſolche Tage, aber nicht alle Mahl, bisweilen auch ein oder zwey Tage ſpäter gefallen ſind.

Ob es gleich gewiß iſt, daß bey dergleichen merkwürdigen Stellungen der Himmelskörper gegen einander oft Veränderungen in der Atmoſphäre vorgehen, und dieß auch ſelbſt von den Alten ſehr vielfältig iſt bemerket worden, ſo hat man ſich doch ſehr zu hüten, die ganze Meteorologie darauf zu gründen. Es gibt auch Beyſpiele genug, daß außer

*) Anzeige einer allgemein intereſſanten phyſikaliſchen Entdeckung. Berlin 1791. gr. 8.

außer dieſen beſondern Stellungen der Himmelskörper gegen einander Witterungsveränderungen in der Atmoſphäre erfolgen, wobey freylich die Einwirkung der Sonnenwärme auf keine Weiſe zu verkennen iſt. Denn ſobald wir annehmen, daß in der Atmoſphäre Auflöſungen, Zerſetzungen und Niederſchläge erfolgen, ſo muß nothwendig vor allen dieſen Zurückſtoßung der ſich zu neuen Körperarten verbindeten Theile vorausgehen.

Métre. Dieſen Nahmen führet das von der franzöſiſchen Nationalconvention im Jahre 1793 eingeführte Maß, deſſen Länge auf ein Zehnmilliontheilchen des Quadranten vom Meridiane der Erdkugel geſetzet worden.

Man hat ſeit mehreren Jahrhunderten beſtändig daran gearbeitet, ein ganz allgemeines Maß einzuführen. Allein es ſchienen hierzu theils verſchiedene Umſtände nicht günſtig, theils aber auch die zum allgemeinen Maße vorgeſchlagenen Längen nicht allenthalben anwendbar zu ſeyn. Bey Gelegenheit der ſo bekannten franzöſiſchen Revolution hat auch dieſe ſo erfinderiſche Nation dem längſt gewünſchten Zwecke der Einführung eines allgemeinen Maßes näher zu kommen geſuchet. Zu dieſem Ende wurde mit vielen Koſten eine neue Vermeſſung von 12 Meridiangraden zwiſchen Barcellona und Dünkirchen durch **Mechain, de Lambre** und **de Borda** und andere Mathematiker veranſtaltet, und dieſe mit äußerſt genauen Verſuchen verbunden, welche **Caſſini** und **de Borda** über die Länge des Sekundenpendels anſtellten. Aus dieſen Meſſungen wurde die Länge des 45ſten Grades im Mittagskreiſe von Paris auf 57027 Toiſen berechnet. Multipliciret man alſo dieſe Zahl, als die mittlere Größe eines Grades mit 90, ſo hält der

Quadrant vom Meridiane = 5132430 Toiſen.

Dieß iſt die Fundamentaleinheit in ältern Maßen ausgedrückt, nach der eiſernen Toiſe der Akademie bey der Temperatur von 13° nach Reaum.

Zugleich ſoll durchaus das Decimalſyſtem beybehalten, mithin der Quadrant in 100 Grad, der Grad in 100 Mi-

nuten u. ſ. f. getheilet werden. Dieſem Zufolge wird nach dem alten Syſteme

Der Decimalgrad vom Meridian = 51324,3 Toiſen
Die Minute = 513,243 Toiſen
Das Mètre = 3 Fuß 0 Zoll 11,44 Linien = 0,513243 Toiſen.

$\frac{1}{10}$ das Decimètre = 3 Zoll 8 Linien 4 points
$\frac{1}{100}$ das Centimètre = 4 Linien 5 points
$\frac{1}{1000}$ das Millimètre = $5\frac{1}{3}$ points.
Ein Decamètre = 10 Mètres.

Ein Kylomètre, Myriamètre ſind Meilenmaße, jenes von 1000, dieſes von 10000 Mètres; erſteres etwa eine kleine Viertel Lieue, das zweyte zwey mittlere Lieues oder eine Poſt.

Zehn Myriamètres machen den hundertſten Theil des Quadranten des Meridians aus.

Aus dem Mètre und ſeinen Theilen entſpringen auch alle übrige Arten von Maßen, wie Feldmaße, Körpermaße, Maße für Flüſſigkeiten, fürs Getreide, ſelbſt die Größen für Gewichte und Münzen.

Zur Einheit des Flächenmaßes iſt ein Quadrat, deſſen Seite 100 Mètres hält, unter dem Nahmen *Are* angenommen worden. Der zehnte Theil von dießem Maße heißt Declare, der hundertſte Centlare. Hundert Ares machen ein Hectare aus.

Das Cubiſche Mètre empfängt den Nahmen von Stère, wenn es zum Maße vom Brennholz angewendet wird.

Ein cubiſches Gefäß, deſſen Seitenlinie einem Decimètre gleich iſt (oder ein cylindriſches Gefäß von gleichem Inhalte) heißt Litre. Es enthält etwa 2 Pfund Waſſer oder 25 Unzen Getreide. Man hat es zur Einheit der Maße der Capacität gemacht. Das Decalitre hat 10 Litres, das Hectolitre 100 Litres. Der Inbegriff von 1000 Litres iſt einem Cubik-mètre gleich.

In Anſehung des Gewichtes hat man zur Baſis die Quantität deſtillirten Waſſers genommen, welches in einem

cubiſchen Gefäße enthalten iſt, deſſen Seitenlinie gleich dem hundertſten Theile des Mètre iſt. Dieß Waſſer im leeren Raume und bey der Temperatur des thauenden Eiſes gewogen, wiegt 18,841 Grän. Dieſes Gewicht hat den Nahmen Gramme erhalten, und werden daraus durch Multiplikation und Diviſion alle größere und kleinere Gewichte gemacht. So iſt z. B. das Decagramme gleich 2⅗ Quent. Das Hectogramme 3¼ Unze, das Kylogramme 2 Pfund 5 Quent. 49 Gr. Das Myriagramme 20½ Pfund. Ferner das Decigramme iſt nahe 2 Grän, das Centigramme ⅕ Grän, das Milligramme $\frac{1}{50}$ Grän.

Einen eigenen Aufſatz über das neueſte Syſtem der Maße und Gewichte der franzöſiſchen Republik nebſt Tabellen zur leichten und bequemen Ueberſicht, und Vergleichung derſelben mit den ehemahls gebräuchlichen, hat Herr **Coquebert** *) geliefert.

Ob es gleich an ſich gewiß iſt, daß die Einführung dieſes neuen Maßes weiter von keiner großen Erheblichkeit iſt, da man das alte längſt allgemein bekannte weit vortheilhafter hätte beybehalten können, und man überdem dieſes noch kennen muß, um das neue erſt zu verſtehen, ſo iſt es doch nöthig, ſich damit bekannt zu machen, weil ſich jetzt die mathematiſchen und phyſikaliſchen und chemiſchen Schriftſteller Frankreichs dieſer neuen Maße und Gewichte bedienen.

Mikroelektrometer ſ. **Condenſator der Electricität.**

Mikrometer (micrometra, micromètres) ſind Werkzeuge, kleine Größen damit zu meſſen. Sie werden gemeiniglich bey Fernröhren und Mikroſkopen angebracht, um die Größe des Bildes zu meſſen, welches durch das letzte Augenglas betrachtet wird. Es läßt ſich nämlich alsdann aus dieſer Größe die Größe des Sehewinkels finden, wenn vorher die Größe eines andern Bildes und des ihm zugehörigen Sehewinkels wirklich iſt gemeſſen worden. Es iſt daher das Mikrometer geſchickt, ſehr kleine Sehewinkel zu

*) In Grens neuem Journale der Phyſik B. III. S. 424 u. f. aus dem Journal des mines No. XIV. S. 73 f. überſetzt.

zu meſſen, und ſie mit einander zu vergleichen, als z. B. ſcheinbare Durchmeſſer der Himmelskörper und überhaupt alle kleine Entfernungen zweyer beſtimmten Punkte von einander u. ſ. f.

Der erſte, welcher darauf verfiel, das Bild im Brennpunkte des Objektivglaſes eines aſtronomiſchen Fernrohrs durch die Bewegung zwey metallener Platten mit ſehr ſcharfen Ecken zu meſſen, war **Gascoigne** um das Jahr 1640, wovon **Townley** Nachricht ertheilet [α]). **Huygens** [β]) bediente ſich, um die Durchmeſſer der Planeten, oder ſonſt kleine Winkel zu meſſen, folgenden Verfahrens: er nahm einige lange und dünne Meſſingplatten von verſchiedenen Breiten mit allmählig zuſammenlaufenden Seiten, und ſchob eine davon durch zwey Einſchnitte im Fernrohre dem Orte des Bildes gerade zur Seite, und beobachtete, an welcher Stelle ſie den Planeten oder die Entfernung, die er meſſen wollte, genau bedeckte. Der Marcheſe **Malvaſia** bediente ſich, wie aus ſeinen zu Modena 1662 gedruckten Ephemeriden erhellet, eines Gitters von Silberdraht, welches im Brennpunkte des Objektiv- und Augenglaſes angebracht war, um kleine Entfernungen der Fixſterne und die Durchmeſſer der Planeten zu meſſen. Er ließ einen dem Aequator nahen Stern längs einem der Fäden des Netzes ſich bewegen, zählte nach einer Sekundenuhr die Zeit, welche auf dem Wege desſelben von einem Faden zum andern verfloß, daraus er die Entfernung der Fäden in Minuten und Sekunden eines Grades ausgedrückt erhielt. Im Jahre 1666 gaben **Auzout** und **Picard** in einem Briefe an Oldenburgh ein Mikrometer aus zwey ſeidenen Fäden an, wovon der eine unbeweglich, der andere aber in einen Rahmen geſpannt war, welchen man mittelſt einer Schraube vor- und rückwärts bewegen konnte [γ]). Unter

α) Philoſoph. transact. No. 25. p. 457.
β) Syſtema ſaturnium. Hag. Com. 1659. 4.
γ) *De la Hire*; in mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1717. p. 72. ſq.

ter Hevels nachgelaſſenen Inſtrumenten fand Hecker in Danzig [α]) ein Mikrometer, das aus parallelen Fäden beſtand, deren Weiten ſich vermittelſt Schrauben ändern ließen, ſo daß man das zu meſſende Bild zwiſchen ſie faſſen konnte. Auch Römers Mikrometer, welches Horrebow [β]) beſchreibet, und welches der Erfinder ſchon um 1676 angeführet hat, beſtehet aus parallelen Fäden. Römer meldet zugleich, daß er dieſes Mikrometer zugleich mit Picard auf der pariſer Sternwarte gebrauchet habe. Daher glaubt auch Horrebow, daß de la Hire, welcher bloß Auzout und Picard als Erfinder desſelben anführet, Römers Nahmen mit Vorſatz verſchwiegen habe. Das Mikrometer mit parallelen Fäden iſt nachher in der praktiſchen Aſtronomie ſehr gebrauchet worden. Beym Smith [γ]) iſt es mit einigen dabey angebrachten Verbeſſerungen umſtändlich beſchrieben.

Der berliner Aſtronom, Gottfried Kirch [δ]), hat 1679 ein ſehr einfaches und wohlfeiles Mikrometer erfunden, und zuerſt im Jahre 1696 bekannt gemacht. Es iſt dieſes Mikrometer unter dem Nahmen Schraubenmikrometer bekannt, und in der erſten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts allgemein gebraucht worden. Entfernungen der Sterne von einander zu meſſen, zieht es Euler [ε]) allen andern vor. Es beſteht aus einem meſſingenen Ringe (fig. 102.), welcher an der Stelle des Brennpunktes der Gläſer um das Fernrohr geleget wird, und welcher zwey diametral entgegengeſetzte Mutterſchrauben beſitzet, in welche die Schrauben ce und df paſſen, die ſo weit hineingeſchraubet werden können, daß ihre Enden e und f im Mittelpunkte des Geſichtsfeldes zuſammenkommen. Die beiden runden Scheiben a und b enthalten Kreiſe mit Theilungen, und die Handhaben c und d können durch ihre Richtung die Stelle der

α) Acta erudit. Lipſ. 1708. Mart.
β) Baſis aſtron. cap. 13.
γ) Lehrbegriff der Optik, durch Käſtner, Buch III. Cap. 8. §. 135 f.
δ) Miſcell. Berolinenſ. p. 202. ſqq.
ε) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe 1748. p. 121.

der Zeiger vertreten. Wenn man nun durch das Fernrohr eine kleine Entfernung betrachtet, ſo kann man die beiden Schrauben ce und df ſo weit zuſammenſchrauben, daß ihre Enden e und f das Bild der Entfernung zwiſchen ſich enthalten. Hierauf werden e und f ganz zuſammen geſchraubet, und die dazu nöthigen Umdrehungen gezählet, wobey die Handhaben c und d durch ihre Richtung gegen die Scheiben a und b noch halbe, Viertel-, Achtel-Umdrehungen u. ſ. f. angeben. Auf dieſe Art weiß man die Größe des Bildes in Umdrehungen der Schraube. Was nun den Werth eines Schraubenganges betrifft, ſo ließe ſich zwar dieſer aus der Brennweite des Objektivglaſes und der Weite der Schraubengänge durch Rechnung finden; allein es iſt weit ſicherer ihn durch Erfahrung zu beſtimmen. Hierzu ſind aber bekannte Entfernungen zweyer feſten Punkte am Himmel, oder die Zeit, welche ein Fixſtern gebrauchet, um durch die tägliche Bewegung von einer Schraube zur andern geführet zu werden, oder auch nur ſcheinbare Größen irgend eines Gegenſtandes auf der Erde, deſſen Entfernung bekannt iſt, nöthig. Wäre die ſcheinbare Größe eines irdiſchen Gegenſtandes $= \varphi$ Sekunden, ſeine Entfernung $= \beta$, die Brennweite des Objektivs $= \lambda$, und die Zahl der Umdrehungen für das Bild dieſes Gegenſtandes $= \gamma$, ſo iſt nach Herrn **Käſtner** *) der Werth einer Umdrehung $= \frac{\varphi \times \beta}{(\beta - \lambda)\gamma}$ Sekunden. Dieſer Werth einer jeden Umdrehung iſt zwar etwas zu klein, aber der Fehler iſt unbeträchtlich, wenn nur die Entfernung des irdiſchen Gegenſtandes ſehr groß iſt.

Dieſes kirchiſche Mikrometer konnte nur gebrauchet werden, eine einzige Linie auf ein Mahl zu meſſen, nicht aber Unterſchiede der Rectaſcenſionen und Deklinationen zweyer Sterne zugleich, wie doch oft nöthig iſt. Hierzu erfand **Caſſini** das **aſtronomiſche Fadennetz** von 45°, das

*) Aſtronomiſche Abhandlungen. Sammlung 2. S. 319 u. f.

das **Zanotti** [a]) zuerſt beſchrieben hat. **Bradley** brachte an ſelbigem Verbeſſerungen an, und entdeckte das **rautenförmige Fadennetz**. M. ſ. **Fernrohr** (Th. II. S. 417.). Man bringt das Sternrohr in dieſe Lage, daß der Faden (fig. 103.) ab mit dem Parallelkreiſe eines Sternes in ſeiner täglichen Bewegung zuſammenfällt. Bey einem Planeten erhält das Fernrohr beſonders dieſe Stellung, daß der unterſte Rand am Faden ab wegſtreicht. Man bemerket alsdann nach einer guten Uhr die Zeit, welche verfließt, wenn der eine Rand des Planeten den Stundenfaden de berühret, bis er durch ſelbigen hindurchgegangen iſt, und der entgegengeſetzte Rand ſelbigen verläßt. Iſt alsdann nur die Deklination des Planeten bekannt, ſo läßt ſich der ſcheinbare Durchmeſſer desſelben finden.

Auch hat man Mikrometer aus unbeweglichen parallelen Linien oder Gittern, welche nicht allein in Fernröhren, ſondern auch in Vergrößerungsgläſern zu Abmeſſungen kleiner Größen vortheilhaft gebrauchet werden. So brachte **Römer** ein Fadengitter aus ſeidenen Fäden wegen des veränderlichen Monddurchmeſſers in ein Fernrohr mit zwey Objektivgläſern, deren Entfernung von einander ſo abgeändert werden konnte, daß das Bild des Mondes jederzeit den Raum des Geſichtsfeldes genau ausfüllte. Eine gleiche Methode gibt auch **de la Hire** [b]) an, räth aber dabey an, ſtatt der ſeidenen Fäden lieber die Linien des Gitters mit dem Demant in ein ebenes Glas zu ſchneiden. **Tobias Mayer** [c]) that den Vorſchlag, ein Glas mit Tuſche zu überſtreichen, und mit einer Feder ſo viel davon wegzunehmen, daß parallele Linien ſtehen bleiben. **Brander** in Augsburg verfertigte Mikrometer dieſer Art in großer Vollkommenheit; er ſchnitt mittelſt eines Demants Linien ſo fein ins Glas, daß ſie kaum $\frac{1}{200}$ einer Linie breit wurden, und ihre

a) La Cometa dell. anno 1749. obſervata nella ſpecula di Bologna.

b) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1701.

c) Kosmographiſche Nachrichten und Sammlung. Wien und Nürnberg 1750. 4.

ihre Entfernungen von einander $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{20}$ einer Linie betrugen. Statt des Glaſes ſchlägt **Cavallo** [α]) ein dünnes und durchſichtiges Stück Perlmutter vor, das fein getheilet und im Brennpunkte des Objektivglaſes befeſtiget werde. Herr **Schröter** [β]) gibt ein **Scheiben-Lampenmikrometer** an, wodurch man mittelſt erleuchteter Papierſcheiben, welche man mit dem einen bloßen Auge betrachtet, indem man mit dem andern Auge durchs Fernrohr ſieht, den Durchmeſſer einer Planetenſcheibe und die Lage eines Punktes in ſelbiger beſtimmen kann. Wie der leere Kreis als Mikrometer zu gebrauchen ſey, lehret zuerſt eine Diſſertation der Jeſuiten in Rom [γ]). Auch handelt **de la Lande** [δ]) hiervon.

Der Herr **von Segner** [ε]) hat ein Mittel zur Vergrößerung des Geſichtsfeldes an den Mikrometern vorgeſchlagen, indem er nämlich das Augenglas beweglich machet, oder mehrere Augengläſer neben einander ſtellet. Eben dieſe Abſicht hat auch **Helfenzrieder** [ζ]) zu Jngolſtadt gehabt. Er ordnet nämlich in zwey Reihen 32 Oculare oder Fenſterchen, und gebrauchet zum Mikrometer ein Gitter aus feinen Silberfäden, über welches ſich ein beweglicher Faden durch eine Schraube führen läßt. Ein jedes Ocular in dieſem Werkzeuge zeigt eine andere Stelle des Himmels, und alle zuſammen faſſen einen Raum von mehreren Graden.

Will man die Mikrometer der Fernröhre bey Nachtzeit gebrauchen, ſo müſſen ſie erleuchtet werden. Gewöhnlich geſchieht dieß auf folgende Art: man ſtellt eine weiße Pappe ſchief vor das Objektivglas, welche durch ein gegen über hängen-

α) Philoſoph. transact. Vol. LXXXI. P. II.

β) Beytrag zu den neueſten aſtronomiſchen Entdeckungen Berlin 1788. 8. auch im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. V. St. 4. S. 77 f.

γ) De nouo teleſcopii vſu ad objecta coeleſtia determinanda 1739. in act. eruditor. Lipſ. Mart. 1740. p. 158.

δ) Aſtronomie 2 de edit. §. 2510.

ε) Commentat. ſociet. Goetting. Vol. I. p. 27.

ζ) Tubus aſtronomicus ampliſſimi campi cum micrometro ſuo et feneſtellis ocularibus. Ingolſt. 1773. 4.

hängendes Licht in einer Laterne erleuchtet wird, und welche in der Mitte ein Loch beſitzet, durch das man den Himmel betrachten kann. Noch beſſer aber würde es ſeyn, wenn die Seiten des Fernrohres zwiſchen dem Mikrometer und dem Okularglaſe geöffnet, und mit beweglichen Spiegeln verſehen würden, durch welche die Fäden auf beiden Seiten vermittelſt Lampen ſich erleuchten laſſen. Uebrigens läßt ſich auch hierbey die Einrichtung noch ſo treffen, daß das Auge durch Blendungen völlig im Dunkeln bleibt, und die Fäden des Mikrometers nur Licht erhalten.

Auch bey Mikroſkopen laſſen ſich ſolche Veranſtaltungen treffen. Da aber hier nahe Gegenſtände betrachtet werden, ſo braucht man nicht, wie bey der Betrachtung des Himmels, auf die Größe des Sehewinkels allein zu ſehen. Man kann ſogleich auf die wirkliche Größe des Gegenſtandes ſchließen. Daher auch ſolche Vorrichtungen von einigen Neuern **Megalometer** genannt, und von den Mikrometern, durch welche man allein die Sehewinkel beſtimmt, unterſchieden werden.

Leeuwenhoek pflegte, um die Größe kleiner Gegenſtände zu ſchätzen, ſie mit Sandkörnern zu vergleichen, deren 100 an einander geleget einen Zoll ausmachten. Die Körner legte er bey einen Gegenſtand, um ſie mit dieſem zu gleicher Zeit zu betrachten. D. **Jurin** wand einen feinen Silberdraht ſo dicht als möglich um eine Stecknadel, und zählte die Umwindungen in der Länge eines Zolles; hiernächſt ſchnitt er den Draht in kleine Stückchen, und ſtreuete dieſelben auf den Teller, auf welchem der zu betrachtende Gegenſtand lag, um ihr Bild nach dem Augenmaße mit dem Bilde des Gegenſtandes zu vergleichen.

D. **Hook** pflegte mit dem einen Auge durchs Vergrößerungsglas Gegenſtände zu betrachten, indem er zu gleicher Zeit mit dem andern Auge allein gleich weit entfernte Sachen von bekannter Größe betrachtete. Dadurch war er zwar im Stande die Vergrößerung des Gegenſtandes zu erfahren, nicht aber die Größe ſelbſt.

Martin ſchlägt bey Mikroſkopen ein Mikrometer, wie es bey Fernröhren gebrauchet wird, vor. Es ſollen nämlich auf Glas mit einer feinen Diamantſpitze eine gewiſſe Anzahl paralleler Linien $\frac{1}{40}$ Zoll von einander gezogen werden. Dieß gegitterte Glas wird in dem Orte des Bildes angebracht. **Brander** machte von den zwey zuſammengeſetzten Mikroſkopen, welche er beſchrieben hat, das eine mit einem Gitter, und das andere mit einem Schraubenmikrometer. Sollen dadurch die Größen der Gegenſtände beſtimmt werden, ſo muß der Werth der Gitterfächer oder die Umdrehungen der Schrauben im wahren Maße und die Vergrößerung des Mikroſkops bekannt ſeyn. Da ſich nun die letztere bey jeder veränderten Stellung des Mikroſkops ändert, ſo muß ſie auch für eine jede Stellung beſonders beſtimmt werden.

Herr **Beſeke** *) in Mietau gebrauchet zum Megalometer eine Fläche von ſechs Zoll Länge und fünf Zoll Breite, welche nach dem Decimalmaße in Quadratzolle und Quadratlinien eingetheilet iſt, und deren verſchiedene Maße durch die Stärke der Theilſtriche ſich unterſcheiden. Dieſe Fläche bringt man in einerley Horizontalebene mit dem Gegenſtande. Der Gegenſtand wird mit dem linken Auge durchs Mikroſkop, und die getheilte Fläche mit dem rechten Auge allein betrachtet. Auf dieſe Weiſe läßt ſich das vergrößerte Bild mit den Zollen und Linien der Theilung vergleichen, auch im nöthigen Falle, wenn etwa die Linien nicht gut abgezählet werden können, mit dem Zirkel meſſen, und die Zahl der Linien, welche es einnimmt, beſtimmen. Hierbey bedienet ſich **Beſeke** wie **Jurin** einer Clavierſaite. Von Num. 5 gehen 81 Gewinde auf einen rheinl. Zoll, mithin iſt der Durchmeſſer $\frac{10}{81}$ oder etwa $\frac{1}{8}$ Linie. Er bringt ein Stück ſolcher Saite unter das Mikroſkop, zählt die Linien, welche die

*) Leipz. Magazin zur Naturgeſchichte und Oekonomie vom Jahre 1780. 1tes Stück; ingl. Beobachtung. und Entdeckung. aus der Naturk. von der berliner Geſellſchaft naturforſch. Freunde. B. I. St. 1. Num. 13.

die Breite desſelben einnehmen, und findet auf dieſe Weiſe die Vergrößerung. Hierauf betrachtet er bey unveränderter Stellung des Mikroſkops einen Gegenſtand, und erhält daraus deſſen Größe durch eine leichte Rechnung. Für eine jede veränderte Stellung des Inſtrumentes muß auch die Vergrößerung aufs neue beſtimmt werden, obgleich **Beſeke** zu glauben ſcheinet, daß ſie für jedes Objektivglas die nämliche bleibe.

M. ſ. **Wolfs** mathematiſches Lexicon, Art. **Micrometer. Prieſtley** Geſchichte der Optik durch Klügel S. 167. 172. **Käſtner** aſtronomiſche Abhandl. 2te Sammlung. Götting. 1774. 8. Sieb. Abhandl. S. 265 u. f.

Mikroſkop, Vergrößerungsglas (microſcopium, engyſcopium, microſcope). Ein optiſches Werkzeug, welches dazu dienen ſoll, ſehr kleine und dem Auge nahe liegende Sachen demſelben unter einem größern Sehewinkel darzuſtellen. Ein ſolches Werkzeug kann vielleicht nur aus einer einzigen Glaslinſe, oder auch aus mehreren ſo nahe zuſammengeſetzten Linſen beſtehen, daß dieſe als eine einzige zu betrachten ſind, und in dieſem Falle nennt man es ein **einfaches Mikroſkop**. Wird aber ein Mikroſkop aus mehreren Linſen ſo zuſammengeſetzt, daß es wenigſtens aus einem Objektivglaſe, und aus einem davon ziemlich entfernten Augenglaſe beſtehet, wie etwa bey Fernröhren, ſo hat ein ſolches den Nahmen eines **zuſammengeſetzten Mikroſkops** erhalten. Auch braucht man wohl bey den letztern ſtatt einiger Gläſer Metallſpiegel, und dann heißt es ein **reflectirendes** oder **Spiegelmikroſkop**.

Was das einfache Mikroſkop betrifft, welches aus einer einzigen Glaslinſe beſtehet, ſo iſt dieß ohne Zweifel eben ſo alt, als man die erhabenen Gläſer zur Vergrößerung der Sachen gebrauchet hat. Es iſt vielleicht nur damahls niemand darauf verfallen, ihm den Nahmen eines Mikroſkops zu geben. Weil die Brillengläſer ſchon lange vor den Teleſkopen gewöhnlich geweſen ſind; ſo kann man natürlich folgern, daß man die erhabenen Linſengläſer, um kleine Sachen

chen dadurch zu betrachten, nach und nach immer kleiner und erhabener verſertiget habe, bis endlich **Hartſoeker** und **Hook** den Gebrauch der kleinſten Glaskügelchen lehrten. Da dieſes alles allmählich geſchehen iſt, ſo bleibt hier nur eigentlich die Frage von dem Erfinder des zuſammengeſetzten Vergrößerungsglaſes übrig, welches ſogleich bey ſeiner Erfindung Mikroſkop iſt genannt worden.

Borellus [α]) ſchreibt die Erfindung der Mikroſkope dem Zacharias **Janſen** in Middelburg und deſſen Sohne gemeinſchaftlich zu. In einem Briefe des holländiſchen Geſandten, **Wilhelm Boreel**, wird nämlich erzählet, daß dieſe beiden Künſtler dem Erzherzoge von Oeſterreich, Albrecht, ein von ihnen verſertigtes Mikroſkop überreichet hätten. **Boreel** ſetzt noch hinzu, daß im Jahre 1619, da er Geſandter in England geweſen, **Cornelius Drebbeln**, ſein Freund, ihm ein Mikroſkop gezeiget, welches er vom Erzherzoge bekommen, und von Janſen verſertiget wäre. Dieſes Mikroſkop ſey 6 Fuß lang, einen Zoll weit und von vergoldetem Kupfer geweſen, und habe auf drey meſſingenen Säulen, wie Delphine geſtaltet, auf einem Fuße von Ebenholz geruhet, worauf die zu betrachtenden Gegenſtände wären geleget worden. Dieſer Nachricht zufolge muß dieſes Inſtrument ein zuſammengeſetztes Mikroſkop geweſen ſeyn; die innere Einrichtung desſelben aber iſt nicht angegeben. Nach der Vermuthung des Herrn **Montücla** möge wohl dieſes, wie die erſten Fernröhre, zum Augenglaſe eine Hohllinſe, zum Objektivglaſe aber eine erhabene Linſe gehabt haben.

Ob man gleich dieſer Nachricht die Glaubwürdigkeit nicht abſprechen kann, ſo bezweifeln doch einige ſelbige, und meinen, man wiſſe eigentlich hiervon nichts Zuverläſſiges, als bloß dieß, daß Mikroſkope zuerſt um das Jahr 1621 in Deutſchland im Gebrauche geweſen ſeyn. **Huygens** [β]) führet an, daß im Jahre 1718 das Mikroſkop noch nicht

[α]) De vero teleſcopii inuentore. Hag. Com. 1655. 4. p. 35.
[β]) Dioptrice; in opuſcul. poſthum. Lugd. Batav. 1703. 4. p. 221.

nicht müſſe erfunden geweſen ſeyn, weil **Syrturus** [a]), welcher in dieſem Jahre von den Fernröhren geſchrieben, von dieſer ſo wichtigen Entdeckung nichts erwähnet habe. Aber daß 1621 ſchon bey **Drebbeln** in England Mikroſkope geſehen worden, habe er von Augenzeugen gehöret; auch habe man dieſen für den Erfinder gehalten. Dieſe Nachricht des **Huygens** hat veranlaſſet, daß beynahe die meißten Schriftſteller **Drebbeln** als den Erfinder des Mikroſkops anführen, und dieſe wichtige Entdeckung in die Jahre 1618 — 1621 ſetzen.

Auch hat ſich noch der Neapolitaner, **Franz Fontana** [b]), als den Erfinder des Mikroſkops angegeben, auf welches er im Jahre 1618 gekommen ſeyn will. Seine Zeugniſſe aber ſind nicht älter, als vom Jahre 1625. **Montücla** iſt geneigt, ihn für den Erfinder des Mikroſkops mit zwey Convexgläſern zu halten, weil er vermuthet, das drebbelſche habe ein hohles Augenglas gehabt. Uebrigens hat **Montücla** ſelbſt **Janſen** nicht genannt, ob er gleich den Brief des **Wilhelm Boreel** anführet.

Aus dieſer kurzen Erzählung ſieht man, daß die zuſammengeſetzten Vergrößerungsgläſer bald nach der Erfindung der Fernröhre bekannt geworden ſind. Sie gaben Gelegenheit, ſehr kleine Gegenſtände unter einem ſehr vergrößerten Sehewinkel zu betrachten, und da man hierzu auch in der Folge einfache Linſen geſchickt fand, ſo iſt daraus erſt nachher die Benennung der erhabenen Glaslinſen mit dem Nahmen der Mikroſkope, und die Eintheilung in einfache und zuſammengeſetzte entſtanden.

Wenn man kleine Sachen dem Auge nahe bringt, ſo werden ſie ſchon demſelben vergrößert erſcheinen; jedoch hat dieſes Naherücken des Gegenſtandes gegen das Auge eine Grenze, wenn es ſelbigen noch deutlich ſehen ſoll. Dieſe Grenze iſt aber für verſchiedene Augen noch verſchieden; im Mittel nimmt man an, daß das Auge kleine Sachen in einer von 8 Zoll weiten Entfernung von ſelbigem noch

[a]) Teleſcopium. Frf. 1618. 4.
[b]) Nouae terreſtr. et caeleſt. obſerv. Neap. 1646. 4.

deutlich ſehen kann; wenigſtens iſt dieß die gewöhnlichſte Vorausſetzung bey Berechnungen und Anordnungen der Mikroſkope. Dieſerwegen verſteht man auch bey Mikroſkopen unter der **Vergrößerungszahl** diejenige Zahl, welche angibt, wie viel Mahl der Sehewinkel durch Gläſer größer erſcheine, als derjenige, unter welchem das Objekt würde geſehen werden, wenn es vom Auge 8 Zoll weit entfernet wäre.

Es ſey (fig. 104.) LK ein kleines Objekt, welches in der Entfernung Lc vom Auge noch deutlich geſehen werden kann, ſo iſt der Sehewinkel LcK, und man hat $Lc : LK = 1 : \text{tang. } LcK$, alſo tang. LcK oder beynahe $LcK = \frac{LK}{Lc}$, weil LcK ein ſehr kleiner Winkel iſt. Dieſes kleine Objekt bringe man vor die Linſe ab in den Brennraum, oder nahe dabey, ſo wird das unmittelbar hinter der Linſe befindliche Auge o alle in der Linſe gebrochene vom Objekte herkommende Strahlen entweder völlig oder beynahe in paralleler Lage auffangen, und folglich ſelbiges unter dem vergrößerten Winkel lck deutlich ſehen. In dem Dreyecke lck ergibt ſich $lc : lk = 1 : \text{tang. } lck$, alſo tang. lck oder beynahe $lck = \frac{lk}{lc} = \frac{LK}{lc}$; demnach iſt $LcK : lck = \frac{LK}{Lc} : \frac{LK}{lc}$, oder $LcK : lck = lc : Lc$, und $\frac{lck}{LcK} = \frac{Lc}{lc}$ = der Vergrößerungszahl. Hieraus folgt alſo, daß eine ganz kleine Linſe von kurzer Brennweite als ein einfaches Mikroſkop dienen könne, wenn das Objekt entweder in dem Brennraume oder ſehr nahe dabey ſich befindet, und das Auge unmittelbar hinter der Linſe ſeine Stelle hat. Alsdann wird die Vergrößerungszahl gefunden, wenn man 8 Zoll durch die Brennweite der Linſe dividiret.

Es wird folglich ein einfaches Mikroſkop in dieſem Sinne deſto ſtärker vergrößern, je kürzer ſeine Brennweite iſt.

Ein Glas, welches eine Brennweite von $\frac{1}{20}$ Zoll hat, wird 160 Mahl vergrößern. Es verſtattet nämlich, den Gegenſtand ſo zu beobachten, als ob er dem Auge 160 Mahl näher ſtände, als gewöhnlich.

Es befinde ſich das Auge unmittelbar hinter der Linſe (fig. 105.) ab in dem Punkte e und k ſey der äußerſte Punkt eines ſehr kleinen Objektes, welchen das Auge in e durch die Linſe noch ſehen kann. Der aus k auf die Vorderfläche acb auffallende Strahl kc wird in der Linſe in die Lage ce, und in der Hinterfläche aeb in die Lage ef gebrochen, in welcher er ins Auge kömmt. Demnach ſieht das Auge den Punkt k unter dem optiſchen Winkel gef, welcher ohne Glas lek ſeyn würde. Man ſetze op = x, den Winkel lek = β, pe = ε, die Vergrößerungszahl = μ, und das Brechungsverhältniß für Luft und Glas m:n, ſo hat man gef = $\mu . \beta$ (m. ſ. Fernrohr. Th. II. S. 98.). Ferner iſt ſin heg : ſin. gef = n:m, alſo ſin. gef = $\frac{m}{n}$. ſin. heg oder beynahe gef = $\frac{m}{n}$.heg = $\frac{m}{n}$.pec, mithin $\mu\beta = \frac{m}{n}$ pec. Noch hat man ep:pc = 1: tang. pec, alſo tang pec oder beynahe pec = $\frac{pc}{pe} = \frac{x}{\varepsilon}$, alſo auch $\mu\beta = \frac{m}{n}$. und $\beta = \frac{mx}{n.\varepsilon.\mu}$. Gewöhnlich iſt die Dicke des Glaſes in Vergleichung mit den übrigen Linien ſo gering, daß man hier $\mu = \varepsilon$ ſetzen kann, und man hat den ſcheinbaren Durchmeſſer des Geſichtsfeldes $\beta = \frac{mx}{n\varepsilon}$, da alsdann x der Oeffnungshalbmeſſer der Linſe iſt. Endlich ergibt ſich noch el:lk = 1: tang. β, und tang. β, oder beynahe $\beta = \frac{lk}{el}$, woraus der Halbmeſſer vom ſichtbaren Theile des Objektes lk = β. el gefunden wird.

Bringt man den kleinen Gegenſtand nicht genau in den Brennpunkt des Glaſes, ſondern ein wenig vor oder hinter denſelben, ſo erhält nun das Auge keine paralelen Strahlen mehr, ſondern divergirende oder convergirende. Es müſſen daher kurzſichtige Perſonen das zu betrachtende Objekt der Linſe etwas näher, hingegen weitſichtige Perſonen etwas weiter davonrücken. Hierbey wird aber die Vergrößerung des Objektes etwas geringer, und die Stelle, in welcher ſich das Auge befinden muß, iſt nur nicht mehr willkürlich, ſondern muß ungefähr um die Enfernung des deutlichen Sehens vom Bilde abſtehen. Beyn Gebrauche der einfachen Vergrößerungsgläſer wird man am beſten thun, durch Probiren zu verſuchen, welche Entfernung des Objektes und des Auges vom Glaſe die beſte ſey. Dieſerwegen werden auch gewöhnlich kleine erhabne Gläſer in Ringe von Meſſing, Holz, Elfenbein u. ſ. w. gefaßt, und mit einem Griffe verſehen, bey welchem man ſie dem Objekte nahe bringen, und alsdann das Aug ſo weit davon entfernen kann, bis es ſelbiges am deutlichſtn ſiehet. Dergleichen Gläſer ſind unter dem Nahmen **Loupen** (loupes) bekannt.

Leeuwenhoek, welcher ſich alle ſeine Linſen ſelbſt verfertigte, gebrauchte zu ſeinen vortrefflichen mikroſkopiſchen Entdeckungen bloß ſolcher einfachen Linſen. Eine jede beſtand aus einem auf beiden Seiten erhabnen Glaſe, welches zwiſchen zwey ſilbernen, zuſammengenieteten und in der Mitte durchbohrten Platten, in einer Vertiefung lag. Der Gegenſtand ward mit Leim auf einer Nadel befeſtiget, welche man in jede beliebige Entfernung vom Glaſe bringen konnte. Den größten Theil dieſer Linſen vermachte er der Societät zu London. Sie wurden von **Folkes** und **Baker** unterſuchet, und von keiner ſtärkern, als 160 fachen Vergrößerung, aber ungemeiner Deutlichkeit gefunden. Seine Entdeckungen hat man alſo nicht ſowohl der vergrößernden Wirkung ſeiner Gläſer, als vielmehr ſeiner durch den langen

gen Gebrauch ſich erworbenen Fertigkeit im Urtheilen und der geſchickten Zubereitung der Objekte zu verdanken.

Weil die kleinen Linſengläſer von ſehr geringen Brennweiten nicht gut zu ſchleifen ſind, ſo verfiel um das Jahr 1668 **Hartſoeker** darauf, ſtatt der gewöhnlichen kleinen Gläſer kleine an einer Lichtflamme geſchmolzene Glaskügelchen zu einfachen Mikroſkopen zu nehmen. Schon D. **Hook** hatte zum Gebrauche der Vergrößerung ſolche kleine Glaskügelchen vorgeſchlagen, kam aber erſt in der Folge darauf, ſie durch Schmelzung im Lampenfeuer zu bereiten. Die Fokuslänge der Glaskugeln beträgt den vierten Theil, oder von der Mitte der Kugel an gerechnet $\frac{3}{4}$ ihres Durchmeſſers. Auf dieſe Art berechnet **Huygens** α) die Vergrößerung, indem er ſie im Verhältniſſe von $\frac{3}{4}$ des Durchmeſſers zu 8 Zoll, als der Grenze des deutlichen Sehens, annimmt. Hat z. B. ein Kügelchen $\frac{1}{12}$ Zoll im Durchmeſſer, ſo iſt ſeine Vergrößerung auf 128 zu ſetzen. Methoden, ſolche Kügelchen zu ſchmelzen, beſchreiben **Butterfield** β) und **Adams** γ).

Die kleinſten Glaskügelchen dieſer Art hat **di Torre** aus Neapel verfertiget, welcher im Jahre 1765 vier davon an die königliche Geſellſchaft nach London überſendete. Das größte dieſer Kügelchen hatte nur zwey pariſer points im Durchmeſſer, und ſollte ein Objekt 640 Mahl vergrößern; das zweyte von 1 pariſer point, und das dritte nur $\frac{1}{2}$ pariſer point im Durchmeſſer, und ſollte daher ein Objekt 2560 Mahl vergrößern. **Baker**, welchem die Societät aufgetragen hatte, ſie zu unterſuchen, fand ſie aber ganz unbrauchbar. Er urtheilet darüber ſo, daß es wohl wenige geben möchte, welche nicht bey ihrem Gebrauche Schaden an den Augen leiden würden. Nach der Theorie würden freylich dergleichen kleine Kügelchen wegen ihrer erſtaunlich vergrößernden Wirkung zu Mikroſkopen am geſchickteſten

 ſeyn;

α) Dioptr. prop. 59.
β) Philoſoph. transact. n. 141.
γ) Eſſay on the microſcope. p. 11.

ſeyn; allein in der Ausübung finden ſich wegen Anbringung des Objektes, wegen Mangel am Lichte und wegen der Klarheit des deutlichen Geſichtsfeldes Schwierigkeiten, welche ſie zum Gebrauche ganz unbrauchbar machen.

Ueberhaupt finden ſich in der Anwendung der einfachen Linſengläſer von kurzer Brennweite zum Mikroſkope viele Schwierigkeiten. Es müſſen nämlich die kleinen Gegenſtände, das Auge und das Glas ſehr nahe zuſammengebracht werden, wo es alsdann an Bequemlichkeit, den Gegenſtand anzubringen, und an der nöthigen Lichtmenge fehlet. Wären die kleinen Gegenſtände durchſichtig oder dünn genug, um viel Licht durchzulaſſen, ſo können ſie von der Rückſeite her erleuchtet werden. Zu dieſer Abſicht haben einige Künſtler ſehr bequeme Einrichtungen des einfachen Mikroſkops angegeben. Verſchiedene hiervon findet man beſchrieben beym **Wolf** α) und **Adams** β).

Im Jahre 1702 beſchrieb **Wilſon** γ) eine ſolche Einrichtung des einfachen Mikroſkops, welche wegen der ſehr großen Bequemlichkeit allgemein beliebt worden iſt. Sie beſteht aus zwey Röhren, welche in einander geſchraubet werden können. Die eine Röhre, welche in die andere geſchraubet wird, beſitzet am Ende (fig. 106.) ac ein großes erhabenes Linſenglas, deſſen Brennweite etwa bis zu Ende h des ganzen Werkzeuges ſich erſtrecket. Dieſes Glas dienet zur Erleuchtung der in der Gegend h herum angebrachten kleinen Gegenſtände, wenn es gegen das Tageslicht gehalten wird. In der andern Röhre, in welche erſtere eingeſchraubet wird, iſt eine Spiralfeder von einigen Windungen aus Drath angebracht, welche ſich gegen zwey an einander liegende runde Platten ſtemmt, die in der Mitte durchbohrt ſind. Auch hat dieſe Röhre an der Vorderſeite h das zur Vergrößerung dienende Linſenglas, welches in eine hohle oder

α) Elementa dioptricae §. 421. 434. 436. deſſen nützliche Verſuche Th. III. Cap. 4. §. 79 u. f.

β) Eſſay on the microſcope. Lond. 1787. 4. maj.

γ) Philoſoph. transact. Vol. XLVIII. p. 190.

oder trichterförmige Faſſung eingeleget iſt, ſo daß man das Auge bequem in die Höhlung bringen, und dem Glaſe ſo nahe als möglich rücken kann. Beide Röhren ſind an den Seiten beynahe ihrer ganzen Länge nach ausgeſchnitten und offen. Die kleinen Gegenſtände liegen zwiſchen Plättchen von dünnem Glaſe oder ſogenanntem Katzenſpath in einem der Länge nach durchlöcherten Schieber eingeklemmt, welcher zwiſchen den beiden durch die Spiralfeder an einander geklemmten Platten allgemach durchgeſchoben werden kann. Weil auf dieſe Art der Schieber in allen Stellungen von der Feder gehalten wird, ſo kann man das ganze Inſtrument bequem an dem Handgriffe halten, die Seite h, wo die zur Vergrößerung dienende Linſe ſich befindet, an das Auge bringen, und die andere Seite ac gegen das Licht kehren. Hiernächſt wird man beide Röhren ſo lange in einander hin und her zu ſchrauben haben, bis das Objekt in dem Schieber dem Auge völlig deutlich iſt. Es wird dieſes einfache Mikroſkop noch jetzt ſehr häufig aus Meſſing, Elfenbein, Horn, gutem Holze u. ſ. f. verfertiget, und mit einer Anzahl von Schiebern, welche mikroſkopiſche Gegenſtände enthalten, in einem Etuis aufbewahret. Gemeiniglich hat es dieſe Einrichtung, daß man bey h Einfaſſungen mit größern und kleinern Linſen nach Belieben einſchrauben kann. Zur Betrachtung flüſſiger Körper ſind hohle gläſerne Röhren dabey, welche man mit den zu betrachtenden Flüſſigkeiten füllet, und zwiſchen die Platten bringt. Dieſes **wilſon'ſche Mikroſkop** hat nachher **Lieberkühn** zu ſeinem Sonnenmikroſkope gebrauchet, und wird daher auch das **lieberkühn'ſche Mikroſkop** genannt.

Stephan Gray *) fiel auf ein leichtes Mittel, mit ſehr wenigen Koſten gute Mikroſkope, aber nur für eine Zeitlang zu machen. Man nimmt nämlich mittelſt der Spitze einer Nadel einen Waſſertropfen auf, und thut ihn in ein kleines Loch in einer metallenen Platte, wo es die kugelförmige Geſtalt annimmt, und als ein kleines Linſenglas dienet.

*) Philoſoph. transact. Vol. IV. p. 204.

net. Beſonders merkwürdig war es ihm, daß kleine in dem Tropfen ſelbſt befindliche lebende Thierchen ſehr vergrößert erſchienen, da ſie ſonſt an die gehörige Stelle außerhalb des Kügelchens geſtellt nicht ſo groß waren. Nach optiſchen Gründen wirkte hier die Hinterfläche des Waſſertropfens als ein Hohlſpiegel. Es heißt dieſes Mikroſkop auch **Gray's Waſſermikroſkop**.

Bey undurchſichtigen Objekten, welche nicht auf der Rückſeite, ſondern nur von der Vorderſeite erleuchtet werden können, iſt die Anbringung der dazu nöthigen Lichtmenge ſchwerer. **Lieberkühn** gebrauchte einen ſehr gut polirten ſilbernen Hohlſpiegel, welcher in der Mitte ein Loch hatte, in das er ein Vergrößerungsglas einſetzte. Wird dieſer Hohlſpiegel gegen das Tageslicht gekehret, ſo erleuchtet er das Objekt, welches in ſeinem Brennpunkte ſich befindet, von eben der Seite her, von welcher es das Auge durch das eingeſetzte Glas betrachtet. **Cuff** in England hat dergleichen Mikroſkope mit dem dazu gehörigen Apparate in großer Vollkommenheit verfertiget. Auf eine ähnliche Einrichtung iſt **Leeuwenhoek** [α]) ſchon vor Lieberkühn gefallen. Er gebrauchte nämlich zur Erleuchtung kleine hohle polirte meſſingene Schüſſeln, um den Kreislauf des Blutes in Aalen zu betrachten. Auch erwähnet **Johann Georg Leutmann** [β]) dieſer Vorrichtung von **Lieberkühn**.

Was die zuſammengeſetzten Mikroſkope betrifft, ſo können dieſe aus zwey drey und mehreren Gläſern, ſo wie die Fernröhre, beſtehen. Das mit zwey Gläſern iſt dem aſtronomiſchen Fernrohre ähnlich. Man ſetze die Entfernung (fig. 107.) lc des kleinen Objektes kl von der kleinen mikroſkopiſchen Linſe ab als Objektivglas betrachtet $= \epsilon$, und die Brennweite des erhabenen Okularglaſes de $= \delta$, ſo wird nach der Theorie der Fernröhre erfordert (m. ſ. **Fernrohr**), daß qf $= \delta$ ſey, wenn die hinter dem Ocularglaſe gebroche-

α) Arcana naturae detecta p. 182.

β) Neue Anmerkungen vom Glasſchleifen u. ſ. f. vierte Auflage Witt. 1728. Cap. VII. S. 42.

gebrochenen zu einerley Strahlenkegel gehörigen Strahlen ins Auge o in paralleler Lage kommen ſollen. Ohne Glas würde das Auge das Objekt unter dem Winkel lck ſehen, da es ſelbiges durch Gläſer unter dem Winkel eof = pfq betrachtet; demnach iſt die Vergrößerungszahl $= \frac{pfq}{qcp} = \mu$. In beiden Dreyecken qcp und pfq hat man aber qc:qp = 1:tang. qcp und qf:qp = 1:tang. pfq, folglich tang. $qcp = \frac{qp}{qc}$, und tang. $qfp = \frac{qp}{qf}$, oder beynahe $qcp = \frac{qp}{qc}$ und $qfp = \frac{qp}{qf}$, und es ergibt ſich $qcp : qfp = \frac{qp}{qc} : \frac{qp}{qf} = qf : qc$, demnach $\frac{qfp}{qcp} = \frac{qc}{qf} = \mu$. Wäre außerdem ſchon cl $<$ 8 Zoll, ſo würde $\frac{qfp}{qcp} \cdot \frac{8}{cl} = \frac{qc}{qf} \cdot \frac{8}{cl} = \mu \cdot \frac{8}{lc}$ ſeyn.

Nimmt man ferner die Entfernung des Bildes cq von dem Objektivglaſe $= \alpha$, den ſcheinbaren Halbmeſſer des Geſichtsfeldes $= \beta = lck = qcp$, die Vergrößerungszahl in Abſicht des Verhältniſſes lc:8 = M, und den Oeffnungshalbmeſſer des Oculars fe = y, ſo hat man fc: fe = 1:tang. qcp und beynahe $qcp = \frac{fe}{fc}$, oder $\beta =$

$$\frac{y}{\alpha + \delta} = \frac{y}{\delta} : \left(\frac{\alpha}{\delta} + 1\right) = \frac{\frac{y}{\delta}}{\left(\frac{\alpha}{\delta} = 1\right)} = \frac{y}{\delta(\mu + 1)}.$$

Nun hat man ferner $M = \mu \cdot \frac{8}{lc}$, folglich $M.lc = \mu.8$, und $\mu = \frac{M.lc}{8} = \frac{M.s}{8}$, und es ergibt ſich auch $\beta =$

y

$\frac{\frac{y}{\delta}}{\left(\frac{M\varepsilon}{8}+1\right)} = \frac{y}{\delta} : \left(\frac{M\varepsilon + 8}{8}\right) = \frac{8y}{(M\varepsilon + 8)\delta}$. Weil ferner in dem Drevecke klc

$$lc : lk = 1 : \text{tang. } lck, \text{ folglich}$$

$$\text{tang. } lck \text{ oder beynahe } lck = \frac{lk}{lc}, \text{ oder } \beta = \frac{lk}{\varepsilon} \text{ iſt,}$$

ſo läßt ſich nun aus ε und β der Halbmeſſer $lk = \varepsilon\beta$ des Objektes finden, ſo weit es das Auge in o durch die Gläſer betrachtet überſehen kann.

Man nehme die Fokuslänge des Objektivglaſes = f, ſo hat man $cq = \frac{cl.f}{cl - f}$ (m. ſ. Linſengläſer) $= \frac{\varepsilon.f}{\varepsilon - f} = \alpha$, alſo $\alpha\varepsilon - \alpha f = \varepsilon f$, und $(\alpha + \varepsilon) f = \alpha\varepsilon$, demnach

$$f = \frac{\alpha\varepsilon}{\alpha + \varepsilon} = \frac{\alpha\varepsilon : \delta}{(\alpha + \varepsilon) : \delta} = \frac{\alpha}{\delta} : \varepsilon : \frac{\alpha + \varepsilon}{\delta}$$

$$= \mu . \varepsilon : \left(\mu + \frac{\varepsilon}{\delta}\right) = \frac{\mu\varepsilon\delta}{\mu\delta + \varepsilon}.$$

Nun war ferner $\mu = \frac{M.\varepsilon}{8}$, alſo wird, wenn ſtatt μ dieſer Werth geſetzet wird

$$f = \frac{M.\varepsilon}{8} . \varepsilon\delta : \left(\frac{M\varepsilon}{8} . \delta + \varepsilon\right)$$

$$= \frac{M.\varepsilon.\varepsilon : \delta}{8} : \frac{M\varepsilon\delta + 8\varepsilon}{8}$$

$$= \frac{M.\varepsilon.\varepsilon\delta}{M\varepsilon\delta + 8\varepsilon} = \frac{M\varepsilon\delta}{M\delta + 8}$$

Hieraus findet man endlich nach $f(M\delta + 8) = M\delta\varepsilon$, und $\varepsilon = \frac{f(M\delta + 8}{M\delta}$

$$= f\left(1 + \frac{8}{M.\delta}\right).$$

Hier

Hier muß indeſſen die beſte Verbindung des Objektiv- und Ocularglaſes auch noch durch Verſuche ausfindig gemacht werden, weil es nicht hinlänglich iſt, die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt der Gläſer in Betrachtung zu ziehen. Die Farbenzerſtreuung iſt nicht wenig ſchädlich, deren Hebung bey Mikroſkopen mehrere Schwierigkeit hat, als bey Fernröhren. Gewöhnlich verſteht man ſich bey einem Mikroſkop mit mehreren Objektivgläſern, um bey jedesmahliger beſondern Abſicht das ſchicklichſte zu wählen.

Der vortheilhafteſte Ort für das Auge iſt der, wo $of = \delta + \frac{\delta^2}{cq}$. Es geht nämlich von jedem Punkte des Objektes kl ein Strahl ungebrochen durch die Mitte der mikroſkopiſchen Linſe; wo dieſe Strahlen, dergleichen hier epk iſt, mit der Axe vereiniget werden, da iſt der vortheilhafteſte Ort für das Auge. Denn an dieſe Stelle käme von jedem Punkte des Objektes ein Strahl, wenn auch die Oeffnung des Glaſes ab nur ein Punkt wäre. Alle dieſe Strahlen alſo, die aus c oder aus der Entfernung $cf = cq + \delta$ herkommen, vereinigen ſich hinter dem Glaſe in der Entfernung $of = \frac{(cq + \delta)\delta}{cq} = \delta + \frac{\delta^2}{cq}$ (m. ſ. **Fernrohr.** Th. II. S. 409.).

Wenn ſtatt des erhabenen Augenglaſes ein Hohlglas gebrauchet werden ſoll, ſo muß alsdann die Entfernung des Objektivglaſes von dem Hohlglaſe $= \alpha - \delta$ ſeyn, wenn die im Ocular gebrochenen und zu einerley Lichtkegel gehörigen Strahlen in paralleler Lage ins Auge kommen ſollen. Demnach wird nicht allein δ, ſondern auch M negativ, und es iſt

$$\beta = \frac{y}{\delta(\mu - 1)} \text{ und}$$

$$\epsilon = f\left(1 + \frac{8}{M\delta}\right), \text{ wie vorhin.}$$

Vermöge einer Nachricht, welche Herr **Klügel** in der analytiſchen Dioptrik S. 274. ertheilet, führet **Emerſon** an,

an, daß ein Mikroſkop mit zwey Linſen gute Dienſte leiſte, wenn $\delta = 2$ Zoll, $\alpha = 7$ Zoll, und $\varepsilon = \frac{7}{9}$ Zoll iſt. Nach obigen Formeln findet man alſo folgende Reſultate:

Die Vergrößerungszahl $M = \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{8}{\varepsilon} = \frac{7}{2} \cdot \frac{8}{\frac{7}{9}} = 36$ Mahl

Die Fokuslänge $f = \frac{M\varepsilon\delta}{M\delta + 8} = \frac{36 \cdot \frac{7}{9} \cdot 2}{36 \cdot 2 + 8} = \frac{7}{10}$ Zoll

Der Abſtand der Gläſer $cq + qf = f + \delta = 2 + 7 = 9$ Zoll

Der Abſtand des Auges $of = \delta + \frac{\delta^2}{cq} = 2\frac{4}{7}$ Zoll

Die ganze Länge $ol = 2\frac{4}{7} + 9 + \frac{7}{9} = 12\frac{22}{63}$ Zoll

Der Halbmeſſer des Geſichtsfeldes $\beta = \frac{8 \cdot y}{(M\varepsilon + 8)\delta} = \frac{1}{9}y$

und der Halbmeſſer $lk = \beta \cdot \varepsilon = \frac{1}{9} \cdot y \cdot \frac{7}{9} = \frac{7}{81} \cdot y$ Zoll.

Nähme man die Entfernung lc nur um etwas kleiner als $\frac{7}{9}$ Zoll an, ſo würde man nach dieſen Formeln finden, daß die Vergrößerung gar ſehr verſtärket würde, daß aber die Gläſer dabey einen andern Abſtand von einander haben, und das Auge dem Oculare etwas näher gebracht, das Geſichtsfeld jedoch gar ſehr eingeſchränkt werden müſſe. Man läßt daher dieſe zuſammengeſetzten Mikroſkope aus zwey Röhren beſtehen, welche ſich, wie bey Fernröhren, in einander verſchieben laſſen, und macht ſie beweglich, oder man bringt die mikroſkopiſchen Objekte auf bewegliche Träger, um ihre Entfernung vom Objektivglaſe, und die Entfernung beider Gläſer ſelbſt, ſo wie es erfordert wird, ändern zu können. Auf dieſe Art iſt man im Stande, mit einerley Werkzeuge verſchiedene Vergrößerungen zu erhalten; allein es gibt auch hier Grenzen, über welche man in Anſehung der Vergrößerung nicht gehen kann wegen der undeutlichen Bilder, die durch die Abweichung entſtehen.

Schon

Schon **Euſtachio de Divinis** gab ſich um die Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts Mühe, die Abweichung durch Verdoppelung der Gläſer zu vermeiden. Er nahm nämlich ſtatt des Objektivs und Oculars zwey zuſammengeſetzte Linſen, deren Wirkung eben ſo, wie eine einzige war. Auch **Faber** beſchreibet das doppelte Augenglas, und rühmt die Vortheile, daß es den farbigen Rand wegnehme, daß es das Verhältniß der Theile des Gegenſtandes nicht verändere, und daß es ſowohl das Objekt als das Geſichtsfeld mehr vergrößere.

Weit beſſer aber dienen hierzu die jetzt gebräuchlichen Mikroſkope mit drey Gläſern, dergleichen zuerſt D. **Hook** [α]) und **Philipp Bonanni** [β]) beſchrieben haben. Hätte nämlich das kleine Objekt (fig. 108.) kl vor dem Objektivglaſe eine ſolche Lage, daß die auf ſelbiges fallenden Strahlen nach der Brechung das Bild nm zu Stande bringen würden, ſo bedienet man ſich alsdann zweyer Oculare, wovon das eine ein Collektivglas iſt. Dieſes Collektivglas de bringt folglich das Bild pq dem Objektive näher; die Strahlen breiten ſich hiernächſt hinter ſelbigem in Lichtkegel wieder aus, und fallen ſo auf das Ocular gh in der Entfernung qi, welche der Fokuslänge des Oculars gh gleich ſeyn muß, wenn die Strahlen, welche zu einerley Lichtkegel gehören, in paralleler Lage ins Auge kommen ſollen. In den Dreyecken mcn und mfn hat man $mc : mn = 1 : \text{tang. } mcn$ und $mf : mn = 1 : \text{tang. } mfn$, demnach tang. $mcn = \frac{mn}{mc}$ und tang. $mfn = \frac{mn}{mf}$ oder beynahe $mcn = \frac{mn}{mc}$ und $mfn = \frac{mn}{mf}$; folglich $mcn : mfn = \frac{mn}{mc} : \frac{mn}{mf} = mf : mc$ und $\frac{mfn}{mcn} = \frac{mc}{mf}$. Auf eben dieſe Art ergibt ſich

qfp

α) Micrographia. Lond. 1665. fol. praef.
β) Micrographia curioſa adjuncta obſervat. circa viuentia etc. Rom. 1691. 4.

qfp : qip = qi : qf und $\frac{qip}{qfp} = \frac{qf}{qi}$, demnach $\frac{mfn}{mcn} . \frac{qip}{qfp} = \frac{mc}{mf} . \frac{qf}{qi} = \frac{qip}{mcn}$, und dieß iſt die Vergrößerungszahl in Anſehung des Winkels lck. Wäre nun außerdem noch lc < 8 Zoll, ſo würde hier die Vergrößerungszahl in eben dem Sinne wie vorhin, $M = \frac{mc}{mf} . \frac{qf}{qi} . \frac{8}{lc}$ ſeyn.

Zu einem ſolchen Mikroſkope gibt **Euler** *) folgende Maße an: die Brennweite des Objektivglaſes = $\frac{1}{2}$ Zoll, das Objektiv wird beynahe planconvex, und die flache Seite dem Gegenſtande zugekehret, die beiden andern Gläſer ſind gleichviel convex, die Brennweite des zweyten Glaſes iſt = 1 Zoll, die Brennweite des dritten Glaſes = $\frac{1}{3}$ Zoll, die Entfernung des zweyten und dritten Glaſes für weitſichtige Perſonen = $\frac{2}{3}$ Zoll, die Oeffnung des erſten Oculars = $\frac{1}{2}$ Zoll, die des zweyten = $\frac{1}{6}$ Zoll, und der Abſtand des Auges vom erſten Oculare = $\frac{1}{6}$ Zoll. Die übrigen Abmeſſungen hängen von der Vergrößerung ab. Dieſe M geſetzt, gibt für die Entfernung des erſten und zweyten Glaſes = $\frac{M}{32}$, für den Halbmeſſer des Geſichtsfeldes = $\frac{1}{2M}$, für die Entfernung des Gegenſtandes von dem Brennpunkte des Objektives = $\frac{8}{M}$ Zoll, für den wahren Durchmeſſer des zu betrachtenden Gegenſtandes = $\frac{8}{M}$ Zoll. Wenn z. B. das Mikroſkop 320 Mahl vergrößern ſoll, ſo iſt alsdann die Entfernung des erſten Glaſes vom andern = $\frac{320}{32}$ = 10 Zoll, der Halbmeſſer des Geſichtsfeldes = $\frac{1}{640}$ Zoll, und der Durchmeſſer des Raumes, den man überſieht, = $\frac{8}{320}$ = $\frac{1}{40}$ Zoll u. ſ. f.

Um

*) Dioptrica. Tom. III. p. 178.

Um die Stellung der Gläſer bequem zu ändern, bringt man die beiden Augengläſer de und gh, welche beſtändig einerley Lage gegen einander und gegen das Auge behalten, zuſammen in eine Röhre, und das Objektivglas ab in eine andere Röhre, in welcher ſich jene verſchieben läßt. Ueberdieß wird dieß Mikroſkop von den Künſtlern ſo eingerichtet, daß mehrere Objektivgläſer gebrauchet werden können, welche ſie mit Num. 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnen, um nach Belieben ſtärkere und ſchwächere Vergrößerungen zu erhalten.

Vom Herrn **de la Fond** *) wird ein cuffiſches Mikroſkop unter dem Nahmen eines gemeinen beſchrieben, wo das Ocularglas gh eine Brennweite von 15 Linien und das Collectivglas de eine Brennweite von 30 Linien hat. Auch die Entfernung beider Oculare von einander beträget 30 Linien, die Entfernung des Objektivs aber von dem Collectivglaſe 60 Linien. Uebrigens kann man hierbey Objektive von $\frac{1}{2}$ Linien bis 6 Linien Brennweite gebrauchen. Hiernach iſt alſo $gf = 30 - 15 = 15$ Linien, $fm = \frac{30.15}{30 - 15} = 30$ Linien, und $mc = 30 + 60 = 90$ Linien. Da nun 8 Zoll = 96 Linien ſind, ſo wird die Vergrößerung im Verhältniſſe 96.90.15 zu 30.15.cl oder 96.3 zu cl, d. h. 288 zu cl ſeyn. Der Werth von cl hängt von der Brennweite des gebrauchten Objektivs ab. Iſt nämlich dieſe Brennweite = f, ſo iſt $cl = \frac{cm.f}{cm - f}$, alſo hier $= \frac{90.f}{90 - f}$. Gebrauchet man das Objektiv von 6 Linien Brennweite, ſo wird $cl = \frac{90.6}{90 - 6} = 6\frac{3}{7}$; bey der Linſe von 5 Linien wird $cl = \frac{90.5}{90 - 5} = 5\frac{5}{17}$, bey der Linſe von 4 Linien wird cl $= \frac{90.4}{90 - 4} = 4\frac{8}{43}$ Linien u. ſ. f. Folglich wird die Vergrößerung

*) Dictionnaire de phyſique; artic. *microſcope*.

gröſſerung bey der Linſe von 6 Linien Brennweite $= \frac{288}{6\frac{3}{7}} =$ $44\frac{4}{5}$ Mahl, die bey der Linſe von 5 Linien Brennweite $= \frac{288}{5\frac{5}{17}} = 54\frac{2}{5}$ Mahl u. ſ. f. ſeyn.

Man hat noch andere zuſammengeſetzte Mikroſkope von 4 und 5 Gläſern verfertiget, bey welchen vorzüglich eine ſtärkere Vergröſſerung und ein groſſes Geſichtsfeld unbeſchadet der Deutlichkeit und Helligkeit beabſichtiget wurden. Die Theorie derſelben hat **Euler** [α]) ganz allgemein abgehandelt. Eine kurze Nachricht von zuſammengeſetzten Mikroſkopen hat D. **Peliſſon** [β]) mitgetheilet. Im Jahre 1777 übergab ein holländiſcher in Paris wohnhafter Künſtler, Nahmens **Dellebare**, eine Beſchreibung ſeiner Mikroſkope von 5 Gläſern, welche ſich in verſchiedene Entfernungen von einander mit verwechſelten Stellungen bringen laſſen, der Akademie der Wiſſenſchaften. Dieſe nahm ſie mit Beyfall auf, und ſelbſt die Herrn **Briſſon** und **de la Fond** haben ſie in ihren Wörterbüchern mit vielen Lobeserhebungen weitläuftig beſchrieben. Allein **Peliſſon** urtheilet von einem mit 4 Gläſern verſehenen Mikroſkope dieſes Künſtlers, daß es von dem Erfinder mit einem marktſchreyeriſchen Tone angeprieſen ſey, aber nichts vorzügliches an ſich habe. Das Geſichtsfeld ſey zwar wegen des doppelten Oculares groß, gebe aber ſonſt wenig Klarheit, und ſey dabey unbequem und wandelbar.

Herr **Klügel** [γ]) theilet folgende aus **Eulers** Berechnungen genommene Regeln mit.

Für das Mikroſkop mit drey Gläſern.

1. Die Brennweite des Collektivglaſes muß drey Mahl ſo groß, als die des Ocularglaſes ſeyn.

2.

α) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe 1757. p. 283. 1761. p. 191. 201. und in ſeinen dioptr.

β) Vergleichung der bekannteſten Vergröſſerungsgläſer in den Beſchäft. der berlin. Geſellſchaf. naturforſch. Freunde B. I. S. 343.

γ) Umſtändliche Anweiſung Fernröhre in gröſter Vollkommenheit zu verfertigen von Nic. Fuß. Leipz. 1778. 4. S. 56.

2. Die Entfernung des Objektivglaſes von dem Collektivglaſe hängt von der Vergrößerung ab. Iſt die Brennweite des Collektivglaſes = $\frac{1}{2}$ Zoll, ſo iſt alsdann jene Entfernung etwas kleiner als die Brennweite des Objektivs mit der Vergrößerungszahl multipliciret, und dieſes Produkt durch die Zahl 32 dividiret.
3. Die Entfernung des Oculars und des Collektivglaſes richtet ſich bloß nach der Güte des Auges. Für Weitſichtige iſt ſie der doppelten Fokuslänge des Oculars gleich.
4. Die Entfernung des Auges vom Oculare iſt etwas größer als die Hälfte der Fokuslänge des Oculars.
5. Das Objektivglas wird beynahe planconvex mit der flachen Seite dem Gegenſtande zugekehret. Die beiden andern Gläſer werden gleichſeitig und ihre Oeffnungen etwa der halben Brennweite gleich.
6. Die Entfernung des Objektes von dem Objektive iſt etwas weniges größer als die Fokuslänge desſelben.

Für das Mikroſkop mit vier Gläſern.

1. Die Brennweiten der drey Okulargläſer verhalten ſich vom Objektivglaſe an gerechnet, wie 18, 10, 5.
2. Die Entfernung des Objektivs vom erſten Oculare iſt etwas kleiner als die Fokuslänge des erſten Oculars mit der Vergrößerungszahl multipliciret, und dieſes Produkt durch 48 dividiret, die Entfernung des Objektes zu $\frac{1}{2}$ Zoll angenommen.
3. Die Entfernung der beiden erſten Oculare von einander iſt $\frac{4}{9}$ der Brennweite des erſten, und die Entfernung des zweyten und dritten der halben Brennweite des leztern gleich. Die beiden leztern Oculare behalten dieſe Entfernung, ſind aber für ſich beweglich.
4. Die Entfernung des Auges iſt $\frac{1}{3}$ der Brennweite des leztern Oculars.

Die Helligkeit wächſt mit der Oeffnung des Objektivs und nimmt ab mit dem Wachſen der Vergrößerungszahl. Die Deutlichkeit hingegen nimmt bey erweiterter Oeffnung

des Objektives beträchtlich ab, ſo daß die Schwierigkeit, das Helle und Deutliche zugleich mit ſtarken Vergrößerungen zu vereinigen, bey den Mikroſkopen ungleich ſtärker wird, als bey den Fernröhren. Daher hat auch **Euler** den Vorſchlag gethan, achromatiſche Objektivgläſer ebenfalls bey den Mikroſkopen zu gebrauchen. Man findet die Beſchreibung einer ſolchen Linſe von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite auch in der angeführten Schrift des Herrn **Fuß**; allein Herr **Klügel** urtheilet dabey, daß kein Künſtler ſo dünne Gläſer zu ſchleifen vermögend ſey, als zur Zuſammenſetzung dieſer Linſe erfordert werden. Denn die Dicke der beiden erhabenen Gläſer müßte nicht über $\frac{2}{100}$ und des Hohlglaſes nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll gehen.

Herr **Aepinus** α) zu Petersburg hat verſucht, zu zuſammengeſetzten Objektivgläſern im Mikroſkope größere achromatiſche Linſen, etwa zu ſieben Zoll Brennweite, wie bey kleinen Fernröhren, zu gebrauchen. Seine Verſuche ſind auch ſehr glücklich ausgefallen. Obgleich ein ſolches Mikroſkop eine beträchtliche Länge haben muß, ſo hat es doch auf der andern Seite den nicht geringen Vortheil, die Erleuchtung des Objektes, wegen der beträchtlichen Entfernung deſſelben vom Objektive, ſehr ſtark zu erhalten. Eigentlich iſt das Mikroſkop des Herrn **Aepinus** weiter nichts, als ein weit aus einander gezogenes Fernrohr, dergleichen ſchon das drebbel'ſche Mikroſkop von 6 Fuß Länge war. Daher es auch **Adams** β) als keine neue Erfindung betrachtet, indem es ſchon längſt bekannt ſey, daß weit ausgezogene Fernröhre nahe gelegene Gegenſtände vergrößerten, und will demſelben lieber den Nahmen eines **mikroſkopiſchen Fernrohrs** geben. Auch führet **Adams** noch an, daß ſchon lange vor **Aepinus** von **Martin** γ) kleine achromatiſche Perſpektive hierzu ſeyn vorgeſchlagen worden.

In

α) Deſcription des nouveaux microſcopes inventés p. Mr. *Aepinus* à St. Petersb. 1784. 8. maj.

β) Eſſay on the microſcope p. 23.

γ) Deſcription and uſe of a polydynamic microſcope.

In Anſehung der äußern Einrichtung der zuſammengeſetzten Mikroſkope muß theils auf eine bequeme Stellung desſelben gegen den Gegenſtand, theils auch auf bequeme Behandlung und Erleuchtung des letztern Rückſicht genommen werden. Aus dem Vorhergehenden erhellet, daß die Stellung der Gläſer gegen einander bey der geringſten Verrückung des Objektes verändert werden müſſe. Um dieſen Zweck vortheilhaft zu erreichen, haben faſt alle Künſtler eigene Vorrichtungen gebrauchet, welche alle hier anzuführen viel zu weitläuftig ſeyn würde.

Wolf [α]) gibt die ältern Einrichtungen der engliſchen Mikroſkope an, worunter die marſhalliſche die erſte iſt, bey der zur Stellung des Mikroſkops ein viereckiger Stab angebracht worden, an welchem es ſich mittelſt einer Schraube auf- und ab-bewegen läßt. Nach **Culpepers** Verbeſſerung wurde das Inſtrument auf drey Füße geſtellet, und das Objekt durch einen Hohlſpiegel von unten auf erleuchtet, ſo wie es **Baker** [β]) beſchreibet. **Baker** fand es aber hernach ſelbſt unbequem, und gab Herrn **Cuff** die Veranlaſſung, die marſhalliſche Einrichtung beyzubehalten, dabey aber den Hohlſpiegel zur Erleuchtung des Objektes von unten hinauf anzubringen. Daraus entſtand das bekannte cuffiſche Mikroſkop, welches **Baker** [γ]) ſelbſt, **Nollet**, **de la Fond**, **Adams** und viele andere beſchrieben haben. Die Einrichtung desſelben iſt kurz folgende: (fig. 109.) die Röhre a iſt in die meſſingene Platte b eingeſchraubet, welche an der Stange e f befeſtiget iſt. Dieſe Stange kann an der zweyten Stange c verſchoben werden. Beide Stangen reichen bis in die am Fußgeſtelle feſtgemachte Hülſe p. Die Platte g iſt an der Stange c befeſtiget, und in der

α) Elementa dioptricae §. 450. prol. 44.

β) The uſe of the microſcope made eaſy. Lond. 1743. 8. das zum Gebrauch leicht gemachte Microſcopium; a. d. Engl. von J. L. St. (Steiner). Zürch 1753. 8.

γ) Employment for the microſcope. Lond. 1752. 8. Beyträge zum Gebrauch und Verbeſſerung des Mikroſkops; a. d. Engl. Augsburg 1754. 8.

Mitte durchlöchert, um durchſichtige mikroſkopiſche Gegenſtände in einer durchſichtigen Unterlage zu faſſen. Die Erleuchtung dieſer Objekte geſchiehet vermittelſt des Hohlſpiegels m von unten hinauf. Um aber undurchſichtige Objekte zu erleuchten, dienet das Converglas t. Die Nadel v wird zur Anſteckung kleiner mikroſkopiſchen Sachen, als Inſekten u. dergl. gebrauchet. Dieſem Mikroſkope kann man durch eine ſchnelle und langſame Bewegung die gehörige Stellung geben. Wird nämlich die Druckſchraube der Hülſe i geöffnet, ſo läßt ſich nun die Stange e f mit der daran befeſtigten Platte b und dem Mikroſkop nach Gefallen auf- und abbewegen; wird hingegen die Hülſe i vermöge der Druckſchraube feſt an die Stange c geſchraubet, ſo kann nun dem Mikroſkope durch die Stellſchraube k eine ganz feine Bewegung gegeben werden, ſo daß es leicht iſt, den Punkt genau zu finden, wo das Auge die größte Deutlichkeit erhält. **Brander** α) hat an dieſer Einrichtung noch einige Verbeſſerungen angebracht, und der vormahlige Mechanikus **Reinthaler** in Leipzig gab der Röhre mit den Gläſern die Bewegung durch einen ſinnreichen Mechanismus, mittelſt eines kleinen Rades, welches mit ſeinen Zähnen ſanft und gleichförmig in die gezahnte Stange eingreift. Das ganze Inſtrument befeſtigte er an ein Käſtchen, in welches es mit allem Zubehör konnte zurückgeleget werden, um es auf dieſe Weiſe bequem allenthalben mit ſich zu nehmen. Auch läßt ſich ſtatt des Mikroſkops die untere Platte mit dem Objekte beweglich machen, wobey aber zugleich die Einrichtungen des Leuchtens mit beweget werden müſſen.

Mehrere Vorrichtungen dieſer Art findet man in den Schriften des **Joblot** β), des ältern **Adams** γ) und des jüngern **Adams** δ). Letzterer hat beſonders ein Lampenmikroſkop

α) Beſchreibung zweyer zuſammengeſetzter Mikroſkope. Augſ. 1769. 8.

β) Deſcription et uſage de pluſieurs nouveaux microſcopes avec des nouvelles obſervat. Paris 1718. 4.

γ) Micrographia illuſtrata, or knowledge of the microſcope explained. Lond. ed 1771. 4.

δ) Eſſay on the microſcope. Lond. 1787. 4. maj.

mikroſkop von ſeines Vaters Erfindung beſchrieben, bey dem er ſtatt einer gewöhnlichen Lampe die argandiſche Lampe angebracht hat. Auch gibt von dieſem verbeſſerten Lampenmikroſkop des jüngern **Adams** der Hr. Pr. **Schmidt** [α]) in Gießen eine Beſchreibung nebſt der Theorie derſelben.

Peliſſon und **Beſeke** [β]) haben Vergleichungen der bekannteſten und beſten Mikroſkope von verſchiedenen neuern Künſtlern angeſtellet. Erſterer hält das cuffiſche, wie es von **Ring** und **Dennebruch** in Berlin verfertiget wird, für eins der beſten; auch das branderiſche wird von ihm ſehr gerühmt. Die von dem Univerſitätsoptikus **Hoffmann** in Leipzig verfertigten Mikroſkope verdienen nach ihm wegen der Klarheit und Vergrößerung ein großes Lob, in Abſicht der äußern Geſtalt aber, der Feſtigkeit und Bequemlichkeit ſtehen ſie andern nach. Für eines der vollkommenſten Mikroſkope, ſaget er, würde dasjenige ſeyn, welches auf cuffiſche Art eingerichtet wäre, ſtatt der Stellſchrauben den reinthaleriſchen Mechanismus des Rades und der gezahnten Stange, und vom hoffmanniſchen die Röhre zu den Gläſern hätte. **Beſeke** zieht das Mikroſkop des Herrn **Tiedemann** in Stuttgard, welcher den reinthaleriſchen Mechanismus beybehalten hat, allen übrigen Mikroſkopen vor. Es ſchien ihm ſowohl in Abſicht der Gläſer und innern Güte, als auch in der Feinheit der Bearbeitung, dem Mechanismus und dem dazu gehörigen vollſtändigen Apparate ſelbſt die engliſchen von Dollond zu übertreffen. Die Werkzeuge des Herrn **Tiedemann** ſind von ihm in einer gedruckten Nachricht (Stuttgard 1785. 8.) beſchrieben worden.

Da man mit ſo glücklichem Erfolge die Metallſpiegel zur Vermeidung der Abweichungen und beſonders wegen der Farben bey den Fernröhren angebracht hatte, ſo ſuchte man auch ſie bey Mikroſkopen anzuwenden. **D. Robert Baker** gab hierzu in den philoſoph. Tranſakt. folgenden Vorſchlag:

 ſtatt

[α]) Grens neues Journal der Phyſik. B. I. S. 297 f.
[β]) Beobacht. und Entdeck. aus d. Naturk. von der berliner Geſellſch. naturforſch. Freunde. B. II. 1788. S. 117 f.

ſtatt des Objektivglaſes dienet ein Hohlſpiegel, welcher mit ſeiner hohlen Fläche gegen das Augenglas gekehret iſt. Das Objekt wird vor den Spiegel in einer ſolchen Entfernung geſtellet, daß das davon zurückgeworfene vergrößerte Bild in den Brennpunkt des Augenglaſes fällt, und durch dieſes mittelſt paralleler Strahlen betrachtet wird. Es kann aber dieſes Mikroſkop nur zu kleinen und durchſichtigen Objekten gebrauchet werden, weil wegen ihrer Lage zwiſchen dem Spiegel und dem Glaſe zu vieles Licht aufgefangen würde, wenn ſie groß und undurchſichtig wären.

Eine andere bequemere Einrichtung vom reflektirenden Mikroſkop gibt **Smith** *). Es beſteht dieſe aus einem großen Hohlſpiegel (fig. 110.) AD und aus einem kleinen Converſpiegel ad, beide in der Mitte bey BC und bc durchbohrt. Sie haben beide einerley Krümmung, ſo daß jedes Brennweite genau einen Zoll beträgt. Beide werden etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander geſtellet. Das Objekt OPQ wird ein wenig unterhalb des kleinen Spiegels angebracht, ſo daß es zwiſchen dem Brennpunkte, und dem Mittelpunkte des großen Spiegels liegt. Auf dieſe Art würde der Hohlſpiegel das Bild qpo des Objektes zuwege bringen, wenn der kleine Spiegel nicht die Strahlen auffinge und reflektirte. Sie gehen daher wieder durch das Loch des Hohlſpiegels, und machen wegen ihrer verminderten Convergenz erſt in ziemlicher Entfernung von demſelben ein ſehr vergrößertes Bild QPO, welches im Brennpunkte des Objektivglaſes G ſich befindet, und von dem Auge durch daſſelbe betrachtet wird. Dieſes Mikroſkop that nach **Smiths** Verſicherung ſehr gute Dienſte, obgleich die Spiegel nicht zum beſten ausgearbeitet waren. Ueberhaupt aber ſind die Spiegelmikroſkope nicht weiter in Gebrauch gekommen.

Adams β) hat noch verſchiedene andere Einrichtungen von Vergrößerungsgläſern beſchrieben, welche zu beſondern Abſichten

*) Lehrbegriff der Optik, a. d. Engl. durch Käſtner S. 448 u. f.
β) Eſſay on the microſcope.

Abſichten beſtimmt ſind. Dahin gehören **Ellis's** Aquatic-Microſcop α), **Lyonnet's** anatomiſches β), **Withering's** botaniſches Mikroſkop. Die gemeinen botaniſchen Vergrößerungsgläſer oder Suchgläſer beſtehen aus 2 bis 3 gewöhnlichen Loupen, die man entweder einzeln, oder zwey zuſammen ſtatt einer einzelnen, nach Gefallen gebrauchen kann. **Adams** räth den Botanikern zum Gebrauche ein kleines Fernrohr an, welches weiter ausgezogen eben die Dienſte, wie ein Mikroſkop thue, und überdem die Bequemlichkeit beſitze, Pflanzen in einiger Entfernung zu ſehen, und ohne Gefahr einer Beſchädigung des Auges zu betrachten. Auch gehöret hierher die bekannte Einrichtung des Herrn **Lieberkühn**, den Kreislauf des Blutes u. ſ. in Fröſchen durch ein einfaches Mikroſkop zu betrachten γ).

Uebrigens iſt die Erfindung der Mikroſkope für die Naturlehre faſt noch wichtiger, als die der Fernröhre. Jene zeigen uns den ſo bewundernswürdigen Bau der Körper im Kleinen, und laſſen uns die ſeeligſten Empfindungen von dem großen Regierer des Weltalls, der auch für das mit den bloßen Augen Unbemerkbarſte mit ſo großer Güte ſorget, in unſerer Seele zurück. Alle Entdeckungen, welche mittelſt der Mikroſkope ſind gemacht worden, hier zu erzählen, würde viel zu weitläuftig ſeyn, und gehöret auch mehr in die Naturgeſchichte. Die erſten mikroſkopiſchen Beobachtungen ſind von **Stelluti** im Jahre 1625, welche die Theile der Biene betreffen, gemacht worden. Mehrere Beobachtungen ſtellten ſchon **Power** im Jahre 1664 und Hook im Jahre 1665 an. Eine unendliche Menge mikroſkopiſcher Entdeckungen findet man beym **Leeuwenhoek** δ), **Nehemiah Grew** ε), **Wolf** ζ), **Thüm-**

α) Eſſay towards a natural hiſtory of Corallines. Lond. 1755. 4.
β) Traité de la chenille, qui ronge le bois de ſaule, à la Haye 1762.
γ) Mémoir. de l'Académie de Pruſſe an. 1745. Tom. I. p. 14.
δ) Arcana naturae detecta. Delphis 1695. 4. nebſt 5 Fortſetzungen von 1696 — 1717. opera omnia. Lugd Batav. 1722. 4.
ε) Anatomy of plants Lond. 1682. fol.
ζ) Nützliche Verſuche Th. III. Cap. 6.

Thümmig α), Needham β), Ledermüller γ), Gleichen genannt Rußworm δ), Hill ε), Hedwig ζ), O. F. Müller η), ſo wie in den ſchon angeführten Schriften von Joblot, Baker und Adams.

Von den Mikrometern bey den Mikroſkopen ſ. den Artikel, Mikrometer.

M. ſ. *Montucla* hiſtoire des mathématiques Tom. II. P. IV. lib. 3. Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel an mehreren Stellen. *Wolf* elementa matheſeos vniuerſae; in element. dioptricae Halae 1753. 4. Tom. III. Smith vollſtändiger Lehrbegriff der Optik, durch Käſtner an verſchiedenen Stellen. Eſſay on the microſcope, by *G. Adams*. Lond. 1787. 4. maj.

Milchſtraße, Jakobsſtraße (via lactea, galaxia, voie lactée, voie de lait) iſt ein ununterbrochener weißlich ſchimmernder Streif oder Gürtel, welcher ſich faſt in der Lage eines größten Kreiſes um die ganze Himmelskugel erſtrecket, an einigen Stellen eine größere Breite als an andern beſitzet, an einigen einfach, und an andern in mehrere Streifen getheilet iſt. Sie geht durch folgende Sternbilder: Caſſiopeja, Perſeus, ſüdlichen Theil des Fuhrmanns, öſtlichen Arm des Orions, Füße der Zwillinge, Monoceros, Schiff (wo ihr Lichtſchimmer am lebhafteſten iſt), Füße des Centaurus, Kreutz, ſüdliches Dreyeck, Altar, Schwanz des Scorpions, Bogen des Schützen (von hier bis zum Schwan erſcheinet ſie in getheilten Streifen), öſtlichen Theil des

α) Experim. ſingulare de arboribus ex foliis educatis c. 2. p. 10. und in den Actis erudit. Lipſ. 1721. p. 24.

β) New Microſcopical Diſcoveries. Lond. 1745. 8. Franz. überſetzt. Paris 1750. 8.

γ) Mikroſkopiſche Gemüths- und Augenergötzung. Nürnb. 1760. gr. 4.

δ) Neueſtes aus dem Reiche der Pflanzen, oder mikroſkopiſche Unterſuch. Nürnb. 1764. gr. Fol. ingl. auserleſene mikroſkopiſche Entdeck. bey Pflanzen, Blumen u. ſ. Nürnb. 1770 — 1780. gr. 4.

ε) The conſtruction of timber Lond. 1770. 8.

ζ) Theoria generationis et fructificationis plantarum cryptogamicarum Petrop. 1784. 4.

η) Animalcula infuſoria fluuiatilia et marina. Havn. 1786. 4.

des Ophiuchus, ſobieskiſche Schild, Schwanz der Schlange, Adler, Pfeil, Fuchs mit der Gans, Schwan, Kopf des Cepheus bis wieder zur Caſſiopeja.

Schon **Demokrit** hat nach dem Zeugniſſe **Plutarchs** *) den Schimmer der Milchſtraße als einen vereinten Glanz einer großen Menge Fixſterne betrachtet, welche zu klein wären, um einzeln geſehen zu werden. Auch **Manilius** führet in ſeinem Aſtronomicon unter andern Muthmaßungen dieſe Meinung an. Nach der Entdeckung der Fernröhre wurde dieß von **Galilei** beſtätiget, welcher viele Stellen der Milchſtraße ſogleich für eine unzählbare Menge angehäufter Fixſterne erkannte. Wenn es auch gleich noch Stellen in dieſem ſchimmernden Gürtel gibt, welche auch durch die beſten Fernröhre betrachtet dem Auge beſtändig noch als ein Lichtſchimmer bleiben, ſo kann man doch mit der größten Wahrſcheinlichkeit annehmen, daß die ganze Erſcheinung der Milchſtraße bloß von dem vereinten Lichte unzählbarer zuſammengeſetzter Sterne herrühre, welche von der Erde aus betrachtet in unermeßlichen Entfernungen in unendlichen Reihen über und neben einander liegen.

Einem jeden Beobachter des Himmels muß es aber natürlich auffallend ſeyn, daß das übrige Gefilde des Himmels gegen die Milchſtraße ſo öde ausſiehet, und er wird ſich beſtändig zu fragen geneigt fühlen, warum der Schöpfer gerade an dieſer Stelle ein ſo unermeßliches Heer von Weltkörpern gleichſam mit Verſchwendung hingeſetzet habe? Denn dieſen prachtvollen geſtirnten Gürtel von einem bloßen ungefähren Zufalle abzuleiten, wäre eben ſo viel geſagt, als alles in der Welt hänge vom blinden Zufalle ab. Es iſt alſo der Menſch, als vernünftiges Weſen berechtiget zu fragen, woher ſtehen die Sterne der Milchſtraße ſo ſehr gedrängt, warum liegen ſie alle in einem Kreiſe, der von beiden Polen in entgegengeſetzter Richtung faſt gleich weit entfernet bleibt, und folglich mitten über den Himmel hinzieht?

*) Opera, cum anotat. *Xylandri* Tom. VI. Francof. ad Moen. 1592. 8. II. 15. 16. 20. 25. III. 1.

zieht? Nach Herrn **Bode** läßt ſich auf dieſe Frage folgendes antworten, die Sterne der Milchſtraße ſind vermuthlich in Vergleichung mit den übrigen nicht wirklich näher beyſammen, wie es ſcheint, ſondern ſie ſtehen daſelbſt in den unergründlichen Tiefen des Himmels in unzählbaren Reihen über einander, und erſcheinen uns folglich deßwegen mehr angehäuft, als in andern Gegenden, wo wir die Stellung der Sterne mehrentheils der Fläche nach ſehen, ungefähr eben ſo, wie diejenigen Bäume in einem Walde, welche wir in langen Alleen hinter einander ſehen, enger beyſammen, als die neben uns ſtehenden, ſich zeigen. Hiernach müßten die ſämmtlichen Fixſterne mit ihren Planetenkreiſen nicht ſphäriſch, ſondern in einer um ſ (fig. 111.) ſehr abgeglatteten linſenförmigen Figur aufgeſtellet ſeyn. Unſer Sonnenſyſtem ſ befindet ſich vermuthlich nicht in der größten Fläche der geſammten Fixſternſyſteme, ſondern etwas außerhalb derſelben, weil die Milchſtraße nicht völlig in der Lage eines größten Kreiſes der Sphäre erſcheinet, ſondern von dem Nordpole, wo die Caſſiopeja in derſelben ſteht, einen Abſtand von 30 Graden, vom Südpole aber, wo das ſüdliche Dreyeck vorgeſtellet wird, einen Abſtand von kaum 20 Graden behält. Auch muß das Sonnenſyſtem weit vom Mittelpunkte C entfernet ſeyn, weil die Milchſtraße gegen den Adler hin viel breiter und die Sterne zerſtreueter erſcheinen, als gegen über gen A, wo der Orion ſich zeigt. Dieſer Vorſtellung gemäß würden ſich alle einzelne Fixſternſyſteme gegen die Milchſtraße auf eine ähnliche Art beziehen, wie unſere Planeten auf den Thierkreis.

Dieſe ſehr ungezwungenen Erklärungen über die Ordnung der Fixſternwelt haben **Kant** [α]) und **Lambert** [β]) noch weiter ausgeführet.

Herr **la Place** [γ]) vermuthet, daß die Fixſterne anſtatt in ungefähr gleichen Entfernungen durch den Weltraum zerſtreuet

α) Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels.
β) Cosmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltbaues.
γ) Darſtellung des Weltſyſtems aus dem Franzöſ. Th. II. S. 334.

zerſtreuet zu ſeyn, in verſchiedenen Gruppen, deren jede aus mehreren Milliarden von Sternen beſtehet, zuſammen verbunden ſeyn. Unſere Sonne und die glänzendſten Fixſterne machen wahrſcheinlich einen Theil einer ſolchen Gruppe aus, welche, aus unſerem Standpunkte geſehen, ſich um den Himmel herzuziehen ſcheinet, und die Milchſtraße bildet. Die große Menge von Sternen, die man im Felde eines nach dieſem Streifen gerichteten großen Teleſkops zugleich erblickt, beweiſet uns ſeine unmeßliche Tiefe, die tauſend Mahl größer iſt, als die Entfernung des Sirius von der Erde. Wenn man ſich davon entfernte, ſo würde ſie endlich unter der Geſtalt eines blaſſen und zuſammenhängenden Lichtes von einem kleinen Durchmeſſer erſcheinen; denn alsdann würde die Irradiation, die auch bey den ſtärkſten Teleſkopen beſteht, die Zwiſchenräume der Sterne bedecken, und unmerklich machen. Es iſt daher wahrſcheinlich, daß die ſternloſen Nebelflecken aus ſehr großen Entfernungen geſehene Stern-Gruppen ſind, denen man nur näher zu kommen brauchte, um ſie unter ähnlichen Geſtalten, wie die Milchſtraße zu ſehen. Die gegenſeitigen Entfernungen der Sterne, welche jede Gruppe bilden, ſind zum wenigſten hunderttauſend Mahl größer, als die Entfernung der Sonne von der Erde; man kann alſo von der ungeheueren Ausdehnung dieſer Gruppen nach der Menge der Sterne urtheilen, die man in der Milchſtraße ſiehet. Denkt man nun über die geringe Breite und große Anzahl der Nebelflecken nach, welche durch unvergleichbar größere Zwiſchenräume von einander getrennt ſind, als die Sterne, woraus ſie beſtehen, ſo wird es der über die Unermeßlichkeit des Metalls erſtaunten Einbildungskraft ſchwer, ſich Grenzen dabey zu denken.

M. ſ. Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, und deſſen kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde.

Milchzuckerſäure (acidum galacticum, ſacchari lactis, ſaccholacticum, acide ſaccholactique) iſt eine im neuern Syſteme der Chemie aufgeführte eigenthümliche Säure,

Säure, welche aus dem Milchzucker gewonnen wird. Herr **Scheele** *) fand nämlich bey der Zerlegung des Milchzuckers durch Salpeterſäure ein weißes Pulver, welches alle Kennzeichen einer Säure hatte, ſelbſt im Waſſer ſchwer auflöslich war, und ſeitdem den Nahmen Milchzuckerſäure erhielt. Herr **Hermbſtädt** β) hielt ſie für keine Säure von beſonderer Art, ſondern für Kalkerde mit Sauerkleeſäure überſättiget. Allein ſie unterſcheidet ſich in mehreren Eigenſchaften von der ſauerkleeſaueren Kalkerde. Die Verbindungen dieſer Säure haben den Nahmen ſaccholates erhalten, z. B. ſaccholate de potaſſe, ſaccholate de chaux u. ſ. f. Nach dem neuern Syſteme beſteht ſie aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und etwas Kalkerde; nach dem Brennſtoffſyſtem aus Brennſtoff, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und etwas Kalkerde. Sie ſcheint ein Produkt der Operation, durch die ſie gewonnen wird, zu ſeyn.

Der **Milchzucker**, welcher ſehr viel ähnliches mit dem Zucker aus dem Zuckerrohr hat, iſt ſelbſt in den Molken enthalten, woraus er durch Abdunſten und Kryſtalliſiren gewonnen wird. Bey der Zerlegung gibt er außer der Milchzuckerſäure auch Sauerkleeſäure. Von demſelben iſt das Sauerwerden der Milch abzuleiten, wobey er eine wahre Eſſiggährung erleidet und dadurch zerſetzet wird. In dem neuern Syſteme hat man eine eigene Säure unter dem Nahmen **Milchſäure** (acidum lacticum, acide lactique) angenommen. Ihre Verbindungen werden lactates genannt. Sie hat aber ſehr viel ähnliches mit der Eſſigſäure, und ſcheint von dieſer nicht weſentlich verſchieden zu ſeyn.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Halle 1794. Th. II. §. 1605 — 1613. §. 1649.

Minera-

*) Schwed. Abhandl. 1780. S. 269. überſetzt in Crells neueſt. Entdeckung. Th. VIII. S. 184 f.

β) Unterſuchung der ſauren Erde, welche man bey der Behandlung des Milchzuckers mit der Salpeterſäure erhält; in Crells chem. Annalen 1784. B. II. S. 589 ff. und in ſeinen phyſik. chemiſch. Verſuch. und Beobacht. B. I. S. 291 ff.

Mineralien, Foſſilien, Körper des Mineral- oder Steinreichs (corpora mineralia ſ. regni mineralis, foſſilia, mineraux) heißen diejenigen natürlichen Körper, welche aus einfachen feſten Theilen durch Einwirkung flüſſiger Materien als Naturprodukte von ganz eigenen Arten zu betrachten ſind, und welche wahrſcheinlich erſt durch Auflöſungen ſind erzeuget worden.

Man kann die Mineralien unter vier Claſſen bringen, deren erſte die **Metalle**, die andere die **Salze**, die dritte die **brennbaren Materiale** und die vierte die **Erden** enthalten. Die ältern Mineralogen ſetzten hierzu noch eine fünfte Claſſe, welche die Steine enthalten ſollten; allein es iſt ausgemacht, daß dieſe durch Einwirkung der Flüſſigkeiten auf Erden entſtanden ſind, und daher als verhärtete Erden angeſehen werden können. Von allen dieſen handeln eigene Artikel dieſes Wörterbuchs, auch ſelbſt von den ſogenannten **Petrefakten** oder **Verſteinerungen**, welche als ein Anhang zu den Mineralien betrachtet werden.

Mehrere Mineralien ſcheinen eben ſo alt als unſere Erde zu ſeyn; wie ſie aber entſtanden ſind, das gehöret mit zu der Frage, wie iſt unſere Erde gebildet worden? Was ſich hiervon ſagen läßt, findet man unter dem Artikel, **Erdkugel**. Erfahrungen in Menge erweiſen, daß die Natur beſtändig neue Mineralien erzeuget. Veranlaſſungen hierzu geben unſtreitig flüſſige Materien, welche theils allmählige, theils aber auch gewaltſame Veränderungen und Revolutionen mit Einwirkung der erzeugten Wärme verurſachen, und daher Zurückſtoßungen der in der Erde verborgenen Stoffe bewirken, die ſich nachher als Produkte zu ganz neuen Körperarten oder zu Mineralien verbinden. So fand auch der **Herr von Trebra** *), daß ſich beſtändig neue Metalle und Erze erzeugen. Alte hölzerne Stempel, welche etwa 200 Jahre in einem Schachte auf dem Harze gelegen hatten, waren mit gediegenem Silber und Glanzerz angeflogen. Die

*) Erfahrungen vom Innern der Gebirge, p. 53. ſq.

Die Mineralien ſind erſt nach **Linne** von **Wallerius** [α]) und **Cronſtedt** [β]) in vollſtändigere und beßere Syſteme gebracht worden, wo ſie größtentheils nach äußern Kennzeichen geordnet ſind. Vorzüglich iſt aber dieſes Syſtem, die Mineralien nach den äußern Kennzeichen zuſammen zu ſtellen, erſt vom Herrn **Werner** [γ]) recht befeſtiget und begründet worden. **Torbern Bergmann** [δ]) hingegen hat die Eintheilung und Ordnung der Foſſilien mehr nach den chemiſchen Beſtandtheilen einzurichten vorgeſchlagen, und Herr **Kirwan** [ε]) hat dieſen Vorſchlag auszuführen geſuchet. In den neuern Zeiten hat man überhaupt ſehr viel darüber geſtritten, ob es der Mineralogie einträglicher ſey, die Aufſtellung der Mineralien nach äußern Kennzeichen, oder nach den chemiſchen Beſtandtheilen zu machen? Hierzu haben vorzüglich die chemiſchen Unterſuchungen des Herrn **Klaproths** mit Mineralien Veranlaſſung gegeben. Was mich anbetrifft, ſo halte ich die Ordnung der Mineralien nach den äußern Kennzeichen noch immer für die beſte, weil 1) bey den Unterſuchungen der chemiſchen Beſtandtheile noch manche Unbeſtimmtheiten vorfallen, und auch 2) die chemiſche Unterſuchung die Kenntniſſe der Mineralien nach den äußern Kennzeichen vorausſetzet. In den neuern Zeiten haben mehrere oryktognoſtiſche Schriftſteller Darſtellungen des Mineralreichs nach dem Syſtem des Herrn **Werners** herausgegeben, unter welchen hier nur die vorzüglichſten anzuführen ſind. Dahin gehören die Lehrbücher der Herrn **Emmerling** [ζ]), **Lenz** [η]) und **Widen-**

α) Mineralogia. Stockh. 1747. 8. Syſtema mineralogicum. Holm. 1772. II. Vol. 8. Deutſch von Leske und Hebenſtreit. Berlin 1781. II. Bände 8.

β) Förſök til Mineralogie. Stockh. 1758. 8. Deutſch von A. G. Werner. Leipz. ſeit 1780. 8.

γ) Von den äußern Kennzeichen der Foſſilien Leipz. 1774. 8.

δ) Sciagraphia regni mineralis. Lipſ. 1782. 8.

ε) Elements of mineralogy Lond. 1784. 8. Deutſch mit Anmerkung. von Crell. Berlin 1775. 8.

ζ) Lehrbuch der Mineralogie. Gießen 1893. 8.

η) Verſuch einer vollſtändigen Einleitung zur Kenntniß der Mineralogie. II. Th. Leipz. 1794. 8.

denmann α). Auch hat Herr **Forſter** β) einen Verſuch gemacht, eine feſte echt-lateiniſche Nomenklatur der Foſſilien einzuführen.

Mineralwaſſer ſ. **Geſundbrunnen.**

Minuselektricität ſ. **Elektricität.**

Mittag, Mittagsgegend (meridies, auſter, plaga meridionalis, midi, ſud) heißt diejenige Welt- oder Himmelsgegend, wo die Sonne und Geſtirne, in unſern nördlichen Landen betrachtet, in ihrer täglichen ſcheinbaren Bewegung die größte Höhe am Himmel haben.

Mittag, Mittagszeit (meridies, midi) iſt die Zeit, in welcher der Mittelpunkt der Sonne in den Mittagskreis kömmt, oder da er culminiret. M. ſ. **Culmination.** Wie dieſe Zeit gefunden werden könne, iſt ebenfalls unter dem Artikel, **Culmination**, gezeiget worden.

Die Aſtronomen fangen zu Mittage zu zählen an, und zählen in einem fort, bis zum Augenblicke, da der nächſtfolgende Mittag wieder eintritt, 24 aſtronomiſche Stunden. Hingegen fängt man bey bürgerlichen Tagen 12 Stunden früher um Mitternacht an, und zählet bis zu Mittag 12 Stunden, und vom Mittage bis zur nächſtfolgenden Mitternacht abermahls 12 Stunden; jene Stunden heißen daher auch **Morgenſtunden** und dieſe **Nachmittagsſtunden.** Der Mittag ſelbſt fällt in die Mitte des Tages oder der Zeit, welche die Sonne über dem Horizonte zubringt, und hat davon auch den Nahmen.

Beide die aſtronomiſche und bürgerliche Zeitrechnung richtet ſich nach dem wahren Mittage, welchen die Sonnenuhren, Gnomons und andere Beobachtungsmittel geben. Von dem wahren Mittage wird der **mittlere** unterſchieden, oder diejenige Zeit, in welcher der mit gleichförmiger Bewegung gegen Oſten fortgehende mittlere Ort der Sonne im

α) Handbuch des oryktognoſtiſchen Theils der Mineralogie. Leipzig 1794. gr. 8. mit einer Farbentabelle.

β) Onomatologia noua ſyſtematis oryctognoſiae, vocabulis latinis expreſſa. Halae 1795. 1 Foliobogen.

im Meridiane anlangt. Der wahre Mittag erfolgt bald ſpäter, bald früher, als der mittlere, und vier Mahl des Jahres iſt er mit dem mittlern Mittage gleich. Die Zeitgleichung gibt den Unterſchied zwiſchen beiden Mittagshöhen an. M. ſ. **Gleichung der Zeit.**

Mittagsfläche (planum meridiani, plan du méridien) iſt eine Ebene durch die Vertikallinie und durch die Weltaxe. Weil dem Anſcheine nach die Himmelskugel ſich täglich ein Mahl um ihre Axe drehet, ſo muß auch dieſer Vorſtellung gemäß ein jeder Punkt derſelben dem Scheitelpunkte am nächſten kommen, oder culminiren, wenn er ſich in gedachter Ebene befindet. Es muß alſo dieſe Ebene durch die Mittagsgegend gehen. Davon heißt ſie die Mittagsfläche, und ihr Durchſchnitt mit den Horizonte beſtimmt daſelbſt den Mittelpunkt.

Die Mittagsfläche ſteht nicht allein auf der Ebene des Horizontes, ſondern auch auf der Ebene des Aequators ſenkrecht.

Im Augenblicke des wahren Mittags, oder wenn der Mittelpunkt der Sonne culminiret, befinden ſich die Schatten lothrecht aufgerichteter Stäbe auch in der Mittagsfläche.

Mittagshöhe (altitudo meridiana, altitude méridienne) heißt diejenige Höhe eines Sternes, da er in ſeiner täglichen Bewegung in den Mittagskreis gekommen iſt. In dieſer Höhe hat er gerade die Mitte ſeines Weges vom Aufgange bis zum Untergange erreichet. Solche Sterne, welche bey uns nicht untergehen, kommen täglich zwey Mahl in den Mittagskreis, und erreichen das eine Mahl ihre größte, und das andere Mahl ihre kleinſte Höhe. Iſt von der Mittagshöhe ſchlechthin die Rede, ſo verſteht man darunter gemeiniglich die größte Höhe.

Die Sonne hat alſo ihre Mittagshöhe zur Mittagszeit erreichet.

Mittagskreis, Mittagscirkel, Meridian (meridianus, méridien) heißt derjenige größte Kreis an der ſcheinbaren Himmelskugel, welcher durch beide Pole und den

Scheitelkreis gehet, oder der Durchſchnitt der Mittagsfläche mit der Himmelskugel. Wenn die Sterne bey ihrer ſcheinbaren täglichen Bewegung in dieſen Kreis kommen, ſo haben ſie ihre größte Höhe erreichet, und der Mittelpunkt der Sonne in ſelbigem beſtimmt den wahren Mittag.

Der Mittagskreis theilet die Himmelskugel in zwey Halbkugeln ab, nämlich in die **weſtliche** und **öſtliche** (hemiſphaerium occidentale et orientale). Der Beobachter, welcher ſich in unſern nördlichen Ländern mit dem Geſichte gegen Mittag kehret, hat die weſtliche Halbkugel zur Rechten, und die öſtliche zur Linken. Der Meridian ſchneidet den Horizont im wahren **Mittagspunkte** und **Mitternachtspunkte**; und die von dieſen um 90 Grade entfernten Punkte des Horizontes, oder der **Abendpunkt** und **Morgenpunkt** ſind die Pole des Mittagskreiſes.

Auf dieſem Kreiſe werden die Polhöhe eines Ortes, die Aequatorhöhe, Deklination der Sterne u. ſ. f. angegeben. M. ſ. **Abweichung der Geſtirne, Aequatorhöhe, Polhöhe.**

Mittagskreiſe der Erdkugel, Meridiane der Erde (meridiani terreſtres ſ. terrae, méridiens de la terre) heißt ein jeder von den größten Kreiſen auf der Oberfläche der Erdkugel, welche durch beide Pole derſelben gehen. Wird ein ſolcher Kreis durch irgend einen Ort auf der Erde gezogen, ſo iſt er alsdann dieſes Ortes Meridian, und ſeine erweiterte Ebene für denſelben Ort die Mittagsfläche, welche an der ſcheinbaren Himmelskugel den Mittagskreis abſchneidet.

Meiſtentheils aber verſteht man unter dem Meridian eines Ortes auf der Erde nur die Hälfte des größten Kreiſes, welcher von einem Pole zum andern durch den Ort ſelbſt gehet; in dieſem Sinne wird alsdann die andere Hälfte des Kreiſes der entgegengeſetzte Meridian des Ortes ſeyn. Es ſtehen daher auch alle Meridiane auf dem Erdäquator ſenkrecht, und diejenigen Oerter, welche in einerley Meridian liegen, haben auch am Himmel einerley Mittagskreis, mit-

hin zugleich Mittag und einerley Zeit; die Orte des entgegengeſetzten Meridians werden alsdann die entgegengeſetzte Hälfte des Mittagskreiſes am Himmel ſehen, und folglich in Anſehung ihrer Mittage und Zeitangaben von jenen Orten um 12 Stunden verſchieden ſeyn.

Die Mittagskreiſe werden wie alle übrige Kreiſe in 360 Grade getheilet. Die geographiſche Breite der Oerter wird in dergleichen Graden und Theilen davon angegeben. M. ſ. **Breite, geographiſche.** Nimmt man dabey auf die gegen die Pole zu abgeplattete Geſtalt der Erde Rückſicht, ſo können auch die Grade der Mittagskreiſe nicht von einerley Größe ſeyn, ſondern ſie ſind gegen die Pole zu größer als gegen den Aequator. M. ſ. **Erdkugel.**

Alle Oerter, welche in einerley Meridiane liegen, haben einerley geographiſche Länge. Diejenigen hingegen, welche nicht in einerley Mittagskreiſe ſich beſinden, haben auch verſchiedene Länge, und es wird der Unterſchied der Längen durch den Unterſchied der Meridiane, d. i. durch den Unterſchied der Zeit beſtimmt. M. ſ. **Länge, geographiſche.**

Mittagskreis, erſter (meridianus primus, prémier méridien) heißt derjenige Mittagskreis, welcher durch einen im Aequator willkürlich angenommenen Punkt geleget, oder welcher als der erſte unter allen betrachtet wird. Wenn man durch verſchiedene Oerter auf der Erdoberfläche Meridiane leget, ſo geben die zwiſchen ihnen gelegenen Bogen des Aequators die Unterſchiede der Längen dieſer Oerter an. Verlangt man aber abſolute Größen der Längen dieſer Oerter, ſo müſſen ſie alle von einerley Punkt des Aequators aus gerechnet werden, und eben der Mittagskreis durch dieſen Punkt gelegt wird der erſte unter den übrigen genannt. Weil aber die Lage dieſes Punktes ganz willkürlich iſt, ſo hat man auch ſelbſt dem erſten Mittagskreiſe verſchiedene Lagen gegeben. Die Alten zogen ihn etwa durch die weſtlichen ihnen bekannten Länder; **Ptolemäus** durch die weſtwärts der afrikaniſchen Küſte gelegenen canariſchen Inſeln, von welchen man die Erdfläche zu rechnen anfieng, weil man dazumahl weiter

gegen

gegen Weſten hin kein Land mehr kannte. Selbſt jetzt iſt es noch gewöhnlich, den erſten Meridian in dieſe Gegend zu legen. Dadurch erlangt man wenigſtens auf den Landkarten den Vortheil, daß die alte Welt ganz in die öſtliche, und die neue größtentheils in die weſtliche Halbkugel der Erde fällt. Dieß verſchafft beſonders bey Planiglobien, welche die ganze Erdfläche auf zwey neben einander liegenden Halbkugeln vorſtellen, den Vortheil, daß man nicht nöthig hat, dieſelben durch die Ebene des erſten Mittagskreiſes zu zerſchneiden.

Gerhard Mercator auf ſeinen Karten, und nach ihm **Riccioli** legten den erſten Meridian durch die canariſche Inſel Palma, und zwar durch den Hafen St. Creuz, weil Colom aus ſelbigem zur Entdeckung der neuen Welt ausgeſegelt iſt. Weiter weſtwärts wurde er von Wilhelm **Blaeu** durch die azoriſchen Inſeln **del Corvo** und **Flores** gezogen, weil daſelbſt zu ſeiner Zeit die Magnetnadel keine Abweichung zeigte; nachher aber rückte er ihn ſelbſt auf die canariſche Inſel **Teneriffa**, worin ihm nachher faſt alle holländiſche Geographen gefolget ſind.

In Frankreich hingegen zog man dieſen Kreis durch den weſtlichſten Ort der canariſchen Inſeln, nämlich durch die Inſel **Ferro** oder **Ferri**. Und ſelbſt **Ludwig XIII.** ſetzte durch einen Befehl vom 25. April 1634 feſt, daß die franzöſiſchen Geographen und Seefahrer die Längen der Oerter nie anders, als von da aus, rechnen ſollten. Die weſtliche Küſte dieſer Inſel liegt einige Minuten über 20 Grade vom Meridiane der pariſer Sternwarte gegen Abend, und man nimmt den erſten Meridian, um die Rechnung zu erleichtern, genau 20 Grade von dem pariſer Meridian an. Von dieſer Zeit fängt man von dieſem erſten Meridiane an die Grade des Aequators von Abend gegen Morgen um die ganze Erde herum fortzuzählen.

An ſich kommt wenig darauf an, wo man den erſten Meridian hinlegen will, weil in der Ausübung nicht abſolute Längen, ſondern nur **Unterſchiede** derſelben gebrauchet werden, um die wahre Lage der Oerter auf der Oberfläche der Erde zu

beſtimmen. M. ſ. **Länge, geographiſche.** Daher auch die Aſtronomen mehrentheils den Mittagskreis ihrer Sternwarten als den erſten annehmen, wie z. B. **Tycho** den von Uranienburg, **Flamſtead** den zu Greenwich, **Manfredini** den zu Bologna u. ſ. f.

M. ſ. **Lulofs** Einleitung zur mathematiſchen und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel. A. d. Holl. durch **Käſtner.** Gött. und Leipz. 1755. 8. §. 619. 620.

Mittagskreis, magnetiſcher (meridianus magneticus, méridien magnétique). Wenn ſich eine Magnetnadel ganz frey bewegen kann, ſo bleibt ſie zuletzt in einer Lage ſtehen, deren Richtung nicht ganz genau nach dem wahren Mittags- und Mitternachtspunkte geht, ſondern von ſelbiger mehr oder weniger abweicht. M. ſ. **Abweichung der Magnetnadel.** Legt man durch die Richtung der Magnetnadel eine auf den Horizont ſenkrechte Ebene, ſo wird dieſe gehörig erweitert durch den Mittelpunkt der ſcheinbaren Himmelskugel gehen, und dieſe ſelbſt in einem größten Kreiſe ſchneiden, welcher der **magnetiſche Meridian** und ſeine Ebene die **magnetiſche Mittagsebene** genannt wird. Die Lage des magnetiſchen Mittagskreiſes iſt an jedem Orte der Erde eine andere, und ſelbſt für einerley Ort mit der Zeit veränderlich.

Mittagslinie (linea meridiana, ligne méridienne) iſt die Durchſchnittslinie der Mittagsfläche mit der Horizontalfläche. Man kann einen kleinen Theil derſelben an einem Orte der Ebene als einen Theil des durch dieſen Ort gehenden Mittagskreiſes der Erde ſelbſt betrachten, welcher immer noch als gerade angenommen werden kann, ſo lange die Krümmung der Erde nicht merklich iſt. Werden hingegen mehrere ſolche Theile der Mittagslinie für verſchiedene Orte, die in einerley Mittagskreiſe liegen, mit einander verbunden, ſo machen ſie endlich einen Bogen des Mittagskreiſes ſelbſt aus. Wenn alſo die Mittagslinie eines Ortes ſehr weit verlängert wird, ſo krümmt ſie ſich in einen wahren Bogen des Meridians.

Zu aſtronomiſchen Beobachtungen iſt die Mittagslinie gar nicht zu entbehren, und im bürgerlichen Leben iſt ſie zu mehr als einer Abſicht nützlich. So dient ſie z. B. zur richtigen Beſtimmung der Zeit und gehöriger Stellung der Uhren, zur Verzeichnung der Sonnenuhren u. ſ. f. Es gibt viele Methoden, die Mittagslinie eines Ortes zu finden. So bedienen ſich die Aſtronomen folgender Methode, auf ihren Sternwarten die Mittagslinie zu ſuchen; in einer erhabenen gegen Süden liegenden Mauer oder in einem Fenſterladen macht man ein kleines Loch, durch welches die Sonne zu Mittage auf den Boden, oder eine beſonders dazu eingerichtete völlig horizontale Ebene, ſcheinen kann. Etwa 3 Stunden Vor- und Nachmittage ſucht man einige Mahl übereinſtimmende Sonnenhöhen mit einem genau eingetheilten Quadranten, und bemerket dabey die Zeit einer jeden Vor- und Nachmittag mit einander correſpondirenden Höhe, durch das Mittel davon erhält man die Zeit, welche die Pendeluhr im wahren Mittage zeigte. Im folgenden Tage bemerket man um dieſe Zeit den Punkt des Bodens, wo das Sonnenbild hintrifft, und zieht durch denſelben und den ſenkrecht unter der Oeffnung im Fenſterladen liegenden Punkt des Bodens eine Linie, welche die Mittagslinie ſeyn wird. Die gemeinſte Art aber, ſelbige zu finden, beſteht im folgenden: auf einer wagrechten Ebene beſchreibet man aus einem Punkte (fig. 112.) c verſchiedene concentriſche Kreisbogen, und errichtet in den Mittelpunkte c dieſer concentriſchen Kreiſe einen Stift von etwa 6 bis 9 Zoll ſenkrecht auf; hiernächſt bemerket man vor Mittage zwiſchen 9 bis 11 Uhr und nach Mittage zwiſchen 1 bis 3 Uhr die Punkte, wo das Ende des Schattens dieſes Stiftes einen von den beſchriebenen Kreisbogen berühret, alsdann zieht man durch dieſe Punkte gerade Linien wie bey a b, und theilet ſie in zwey gleiche Theile, ſo wird die durch c und die Theilungspunkte gezogene gerade Linie c d die Lage der Mittagslinie angeben. Durch dieſes Verfahren werden ebenfalls correſpondirende Sonnenhöhen beobachtet; denn weil die Punkte

a und b in einerley Kreiſe um c liegen, ſo werden die Schatten Vormittage mit den des Nachmittags gleich lang, folglich ſtand die Sonne beide Mahl gleich hoch. Da nun die Mittagsfläche zwiſchen den Gegenden, da die Geſtirne auf der Morgen- und Abendſeite gleiche Höhen erreichen, mitten inne ſtehet, ſo iſt auch eine zwiſchen a und b gezogene Linie durch c in der Mittagsfläche, und weil ſie zugleich horizontal iſt, die Mittagslinie. Man ſieht leicht, daß zu dieſer Beſtimmung nur ein Kreis um c hinreichend geweſen wäre, der Genauigkeit wegen aber werden mehrere beſchrieben.

Bey dieſen Methoden, die Mittagslinie eines Ortes zu finden, müſſen wegen der von Vor- bis Nachmittage veränderlichen Abweichung der Sonne eigentlich noch die gehörigen Berichtigungen gemacht werden, welche jedoch beym gewöhnlichen Gebrauche ganz weggelaſſen werden können, und auch überhaupt ganz wegfallen, wenn man zur Findung der Mittagslinie die Zeit der Sonnenwende wählet.

Außer dem Gebrauche der Mittagslinien zu aſtronomiſchen Beobachtungen ſind auch Mittagslinien zur Abmeſſung der Grade auf der Erdkugel und überhaupt zur Verbeſſerung der geographiſchen Ortsbeſtimmungen durch ganze Länder gezogen und verlängert worden. Die berühmteſte Unternehmung dieſer Art iſt die Verlängerung der Mittagslinie der pariſer Sternwarte, welche von **Picard** angefangen, von **Johann Dominicus Caſſini** in den Jahren 1700 und 1701 ſüdwärts bis Collioure an den Pyrenäen und von **Jakob Caſſini, Maraldi** und **de la Hire** 1718 nordwärts bis Dünkirchen, zuſammen durch einen Bogen von 8° 31′ 6½″ des Mittagskreiſes der Erde fortgeſetzet worden [a]). Um dieſe Mittagslinie auf der Sternwarte ſelbſt kennbar zu machen, ſind Obeliſken aufgerichtet, welche von da aus am Geſichtskreiſe den wahren **Mittags- und Mitternachtspunkt** bezeichnen [b]).

Auch

a) *Jacques Caſſini* traité de la figure et de la grandeur de la terre; in der Suite des mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1718.

b) *Le Monnier*; in den mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1743.

Auch ſind verſchiedene zu aſtronomiſchen Beobachtungen beſtimmte Mittagslinien mit einem Gnomon, d. i. mit einer Veranſtaltung verſehen, durch welche zur Zeit des Mittags ein Bild der Sonne auf die Mittagslinie fällt. Unter andern ließ der Kaiſer **Auguſtus** auf den Marsfeldern bey Rom, einen 116¾ römiſchen Fuß hohen Obelisk zu einem Gnomon errichten, der größte bisher bekannte Gnomon wurde im 15ten Jahrhunderte von **Toscanella** zu Florenz errichtet, und ſeine Höhe ging auf 280 Fuß. Im Jahre 1575 wurde von **Egnaz Dante** zu Bologna ein Gnomon errichtet, und vom ältern **Caſſini** 1695 geprüfet. Dieſer Gnomon wurde beſonders durch das Werk des **Manfredini** *) berühmt. In der Sulpiciuskirche zu Paris hat le **Monnier** einen ſchon von **Sully** 1727 aufgeſtellten Gnomon verbeſſert. Je höher der Gnomon, oder die Oeffnung, wodurch die Sonne zu Mittag ſcheinet, übern Boden iſt, um deſto genauer wird der Augenblick des wahren Mittags gefunden, deſto genauere Veranſtaltungen ſind ſie daher auch für die praktiſche Aſtronomie.

Mittagspunkt, Südpunkt (meridies, auſter, midi, ſud) iſt der Durchſchnittspunkt des Mittagskreiſes mit dem Horizonte nach der Mittagsſeite hin. Von den Schiffern wird dieſer Punkt **Süden** genannt. Er iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welchen die vier Hauptgegenden im Horizonte beſtimmt werden. M. ſ. **Weltgegenden.** Von dieſem Punkte wird die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mittagsgegend** genannt, und man ſagt von dem, was ſich daſelbſt ereignet, es geſchehe gegen Mittag. Von dieſem Punkte aus rechnet man die Grade auf dem Horizonte des Azimuthalwinkels der Geſtirne. M. ſ. **Azimuth.**

Mittel (medium, milieu) heißt in der Naturlehre überhaupt diejenige Materie, welche andere Körper umgibt, und in welcher ſie ſich bewegen, oder worin ſonſt Bewegungen fortgepflanzet werden. So heißt die Luft das Mittel, in

*) De gnomone Bononienſi. Bonon. 1736. 4.

in welchem wir uns befinden, worin der Schall ſich fortpflanzet, das Licht ſich fortbeweget u. ſ. f. Glas, Waſſer, Cryſtall u. ſ. ſolche durchſichtige Mittel, durch welche das Licht hindurch gehet; Waſſer das Mittel, worin ſich die Fiſche und andere Thiere bewegen. Geht das Licht aus der Luft ins Glas oder Waſſer, und von da wieder in die Luft, ſo ſagt man, es gehe aus einem Mittel in das andere u. ſ. f. Selbſt der Widerſtand, welcher ein in Bewegung verſetzter Körper von der umgebenden Materie erleidet, wird unter dem Nahmen des **Widerſtandes der Mittel** (reſiſtentia mediorum) betrachtet.

Mittelpunkt (centrum, centre). In der Größenlehre heißt der Mittelpunkt derjenige Punkt im begrenzten Raume, welcher von der Grenze desſelben allenthalben gleich weit entfernet iſt, wie z. B. der Mittelpunkt eines Kreiſes, eine Kugel. Der Mittelpunkt einer regulairen Figur oder eines regulairen Körpers heißt derjenige, welcher nicht allein von allen Winkel- oder Eckpunkten, ſondern auch von allen Seitenlinien oder Seitenflächen gleich weit entfernet iſt. Auch nennt man überhaupt denjenigen Punkt in einer Figur oder in einem Körper, durch welchen irgend eine gerade Linie oder Ebene ſo geleget werden kann, daß letztere die Figur oder den Körper in zwey gleichen und ähnlichen Hälften theilen, den **Mittelpunkt** der ganzen Figur oder des ganzen Körpers. So läßt ſich alſo ſelbſt in manchen irregulairen Figuren und irregulairen Körpern ein Mittelpunkt gedenken, wie z. B. in Parallelogrammen, Ellipſen, Cylindern, Priſmen, Ellipſoiden u. ſ. Dieſer Punkt heißt der **Mittelpunkt der Größe** (centrum magnitudinis).

Der Nahme Mittelpunkt wird außerdem noch bey mathematiſchen und vorzüglich bey phyſiſchen Unterſuchungen in verſchiedener anderer Bedeutung genommen. Wenn z. B. auf einen Körper an verſchiedenen Stellen mehrere Kräfte wirken, ſo kann man ſich vorſtellen, als wenn alle dieſe Kräfte in einem einzigen Punkte des Körpers angebracht wären,

wären, und zuſammen in dieſem Punkte eben die Wirkung hervorbringen würden, welche ſie zuſammen an ihrer Stelle des Körpers bewirken würden. Dieſer Punkt wird alsdann ebenfalls der **Mittelpunkt**, und in dieſem Beyſpiele beſonders der **Mittelpunkt der Kräfte** genannt. Auf dieſe Art ſind größtentheils folgende Benennungen entſtanden.

Mittelpunkt der Anziehung oder der Gravitation (centrum attractionis ſ. grauitationis, centre d'attraction ou de grauitation) heißt derjenige Punkt des anziehenden Körpers, nach welchem die Richtung der ganzen Anziehung geht. Wenn z. B. ein Körper von allen Theilen einer Kugel angezogen würde, ſo könnte auch die Anziehung wegen der ungleichen Entfernungen des Körpers von den Theilen der Kugel allenthalben nicht gleich groß ſeyn. Kann man ſich aber die Vorſtellung machen, daß alle dieſe verſchiedenen Anziehungen gleichſam in der Mitte der Kugel vereint wären, ſo heißt alsdann dieſer Punkt der **Mittelpunkt der Anziehung.** Daß man nach dem Syſteme der relativen Undurchdringlichkeit der Materie Anziehungen derſelben gegen einander urſprünglich annehmen müſſe, mithin auch dieſe in jedem Körper von beſtimmter Form als in einem einzigen idealiſchen Punkte als zuſammen vereint betrachten könne, iſt unter dem Artikel, **Grundkräfte**, gezeiget worden.

Newton hat im erſten Buche ſeiner Princip. die Mittelpunkte der Anziehung für verſchiedene Fälle berechnet. Iſt die Maſſe der Kugel, die gegen einen andern Körper Anziehung ausübet, in gleichen Entfernungen von dem Mittelpunkte gleichförmig dicht, ſo finden hier zwey Fälle Statt, in welchen der Mittelpunkt der Kugel als der Mittelpunkt der Anziehung gedacht werden kann, nämlich 1) wenn ſich die Anziehungen der verſchiedenen Theile der Kugel gegen den Körper verhalten gerade wie die Entfernungen, und 2) wenn ſie ſich verkehrt wie die Quadrate dieſer Entfernungen verhalten. Wenn hingegen die Stärke oder Anziehung nach andern Verhältniſſen der Entfernungen beſtimmt wird, ſo

kann

kann auch die Größe der Anziehung nicht mehr ſo berechnet werden, als ob die ganze anziehende Maſſe im Mittelpunkte vereiniget wäre.

Weil in der Natur alle Materie wirklich Gravitation gegen einander nach dem Geſetze Num. 2. ausübet, und die himmliſchen Körper als wirkliche Kugeln betrachtet werden können, welche von ihren Mittelpunkten aus in gleichen Entfernungen eine gleiche Dichtigkeit beſitzen, ſo kann man auch bey Berechnungen der Gravitation die ganze Maſſe der Himmelskörper als vereint in ihrem Mittelpunkte anſehen.

In Anſehung der Schwere der Körper auf unſerer Erde gegen ſelbige muß noch die abgeplattete Geſtalt derſelben in Betrachtung gezogen werden. Wenn ſie eine vollkommene Kugel wäre, welche vom Mittelpunkte aus in gleichen Entfernungen gleich dichte Materie beſäße, ſo würde auch hier ihr Mittelpunkt der Größe mit dem Mittelpunkte der Schwere zuſammenfallen. Die abgeplattete Geſtalt aber verurſachet, daß Abweichungen hiervon Statt haben. Die Erfahrung lehret, daß die Richtungen der Schwere auf der Erdfläche in der Horizontalebene ſenkrecht ſtehen, daher ſie auch den Mittelpunkt des Erdſphäroids nur unter dem Aequator und unter den Polen treffen können, in allen übrigen Orten der Erde aber neben ihm vorbeygehen. M. ſ. **Erdkugel.** Th. II. S. 198.

Mittelpunkt der Bewegung (centrum motus, centre du mouvement) iſt derjenige Punkt, um welchen ſich ein oder mehrere Körper bewegen, und Kreiſe oder Kreisbogen beſchreiben, wie z. B. der Mittelpunkt der Axe eines Rades an der Welle, der Ruhepunkt eines Hebels, der Aufhängungspunkt eines Pendels u. ſ. f.

Mittelpunkt des Gleichgewichtes (centrum aequilibrii ſ. aequilibrationis, centre d'équilibre) iſt derjenige Punkt in einem Syſtem von Körpern, welche mit einander verbunden und von äußern Kräften getrieben werden, der unterſtützet werden muß, wenn das ganze Syſtem im Gleichgewichte ſeyn ſoll. Es iſt hier nämlich eben ſo viel, als

als ob alle wirkende Kräfte des Syſtems in dieſem Punkte beyſammen wären. Ein beſonderer Fall hiervon iſt dieſer, wenn die Körper, welche unter einander verbunden ſind, bloß als Gewichte wirken; in dieſem Falle wird der Punkt der **Mittelpunkt der Schwere** genannt.

Mittelpunkt der Kräfte ſ. **Centralbewegung.**

Mittelpunkt der Maſſe oder der Trägheit (centrum maſſae ſ. inertiae, centre de maſſe ou d'inertie). Dieſen Nahmen gibt **Euler** dem Schwerpunkte einer Maſſe, wenn man nicht ſowohl auf die Schwere des Körpers, als vielmehr auf andere beſchleunigende Kräfte, welche auf die Maſſe wirken, Rückſicht zu nehmen hat. Wie z. B. wenn ein horizontaler Wind auf den Flügel einer Windmühle wirkt, ſo kann man ſich die ganze Wirkung im Schwerpunkte des Windflügels vereint vorſtellen. Einen ſolchen Punkt will **Euler** lieber den Mittelpunkt der Maſſe oder der Trägheit nennen.

Mittelpunkt, phoniſcher (centrum phonicum, centre phonique) iſt die Stelle, wo ſich die rufende Perſon bey einem vielfachen Echo finden muß.

Mittelpunkt, phonokamptiſcher (centrum phonocampticum, centre phonocamptique) iſt der Ort, von welchem der Schall beym Echo reflektiret wird.

Mittelpunkt der Schwere ſ. **Schwerpunkt.**

Mittelpunkt des Schwunges, Schwungspunkt (centrum oſcillationis, centre d'oſcillation) heißt derjenige Punkt eines zuſammengeſetzten Pendels, in welchem die ſchwere Maſſe des ganzen Pendels vereiniget um denſelben Aufhängungspunkt eben ſo ſchnelle Schwingungspunkte machen würde, als das zuſammengeſetzte Pendel ſelbſt ſchwingt. Es ſey (fig. 113.) aefg ein zuſammengeſetztes Pendel, d der Mittelpunkt der Schwere desſelben und a der Aufhängungspunkt, um welchen dasſelbe freye Schwingungen machen kann, ſo kömmt es nun darauf an, die Länge eines einfachen Pendels zu beſtimmen, deſſen Schwingungszeit einerley mit der Schwingungszeit des zuſammengeſetzten

geſetzten Pendels iſt. Man ſetze, die Länge des einfachen Pendels ſey a c, welches mit dem zuſammengeſetzten Pendel gleichzeitig ſchwingt, ſo muß der Punkt c ganz allein als ſchwer betrachtet werden, wenn das zuſammengeſetzte Pendel auf das einfache reduciret ſeyn ſoll. Dieſe Länge des einfachen Pendels wäre alſo die Entfernung des ſchweren Punktes c von dem Auflöſungspunkte a. Wenn man daher nur dieſen Mittelpunkt der Schwingung zu beſtimmen wüßte, ſo würde man das zuſammengeſetzte Pendel als ein einfaches anſehen können, deſſen Länge die Entfernung von dem Aufhängungspunkte bis zu dieſem Mittelpunkte wäre, und es ließe ſich die ganze Theorie des zuſammengeſetzten Pendels auf die Lehre vom einfachen Pendel zurückbringen. **Huygens** *) hat die Theorie vom Schwingungspunkte erfunden. Schon im Jahre 1646 hatte der P. **Merſenne** die Aufgabe von den Schwingungen zuſammengeſetzter Pendel von beſtimmter Figur den Mathematikern zur Auflöſung vorgeleget, und hierzu beſonders **Descartes**, **Robervaln** und den damahls noch jungen **Huygens** aufgefordert. Obgleich zu dieſer Zeit die Mechanik noch nicht ſo weit entwickelt war, ſie allgemein aufzulöſen, ſo haben doch **Decartes** und **Roberval** Auflöſungen für einzelne Fälle angegeben, welche von einander verſchieden waren. Es entſtand darüber ein heftiger Streit, worin beide Unrecht hatten. Sie fanden nämlich eigentlich nur den Mittelpunkt des Stoßes, welcher zufälliger Weiſe in dieſen Fällen mit dem Schwingungspunkte einerley iſt. **Huygens** hingegen betrachtete die Sache auf der rechten Seite, und fand zuerſt eine wichtige allgemeine Theorie, welche in folgendem Satze enthalten iſt:

Man dividire das Moment der Trägheit des Pendels für den Punkt a durch das ſtatiſche Moment ſeines Gewichtes für eben den Punkt, ſo gibt

*) Horologium oſcillatorium Paris 1673. Fol. p. 93.

gibt der Quotient den geſuchten Abſtand ac **für den Mittelpunkt des Schwunges.**

Exemp. An der geraden, unbiegſamen, nicht ſchweren Linie (fig. 114.) a d ſchwingen um a die Maſſen b, e, d; man ſucht a c oder den Abſtand des Schwingungspunktes c. Die Momente der Trägheit um a ſind $ab^2.b$, $ae^2.e$, $ad^2.d$. M. ſ. **Moment der Trägheit**; die ſtatiſchen Momente um a ſind ab.b, ae.e, ad.d. M. ſ. **Moment, ſtatiſches.** Daher

$$ac = \frac{ab^2.b + ae^2.e + ad^2.d}{ab.b + ae.e + ad.d}.$$

Wenn die Linie a d in allen ihren Elementen ſchwer wäre, ſo muß man auch die Momente für alle dieſe ſchweren Elemente ſuchen, wozu die Integralrechnung die beſten Hülfsmittel an die Hand gibt. M. ſ. die Artikel, **Moment der Trägheit, Moment, ſtatiſches.** Wäre (fig. 113.) a g die geometriſche Axe einer prismatiſchen oder cylindriſchen Stange, welche man nach ihrer ganzen Länge durch darauf ſenkrechte Ebenen in unendlich kleine Schichten getheilet hätte, ſo würden die Schwerpunkte aller der Schichten in dieſer Axe liegen, und die Gewichte der Schichten allein könnten alsdann als Gewichte der dazu gehörigen Punkte in der Axe angeſehen werden. Eben ſo verhält man ſich, wenn an der Stange unten bey g noch eine ſchwere Kugel g e f oder ſonſt ein Körper von gegebener Geſtalt und Größe hängt, welcher die Eigenſchaft hat, daß er durch wagrechte Ebenen in Schichten getheilet werden kann, die ihre Schwerpunkte in der verlängerten Axe a g haben.

Iſt der Halbmeſſer der Kugel $efg = \varrho$, die Länge $ag = \alpha$, a der Aufhängungspunkt, das Gewicht der Kugel $= p$, und das Gewicht der Stange $= \pi$, ſo findet man

$$ac = \frac{p(\tfrac{2}{5}\varrho^2 + 2\varrho\alpha + \alpha^2) + \tfrac{1}{3}\pi\alpha^2}{p(\varrho + \alpha) + \tfrac{1}{2}\pi\alpha}$$

Iſt a g ein zarter Faden, ſo daß man ſein Gewicht als unmerklich annehmen kann, ſo wird

$$ac = \frac{\frac{7}{5}\varrho^2 + 2\varrho\alpha + \alpha^2}{\varrho + \alpha} = \varrho + \alpha + \frac{\frac{2}{5}\varrho^2}{\varrho + \alpha};$$

wäre die Kugel ſelbſt in g aufgehangen, ſo wäre $\alpha = 0$, mithin $ac = \varrho + \frac{2}{5}\varrho$. Für die Stange ag allein ohne Kugel hat man $p = 0$, und

$$ac = \frac{2}{3}\alpha.$$

Huygens leitete ſeine Theorie aus der Vorausſetzung dieſes Satzes ab, daß einzelne mit einander verbundene Maſſen durch den Fall ſo viel Kraft erhalten, daß ihr gemeinſchaftlicher Schwerpunkt wieder eben ſo hoch ſteigen kann, ſo tief er gefallen iſt, welcher Satz gewöhnlich der **Grundſatz der aufſteigenden Kräfte** genannt wird. Weil aber dieſer Satz nicht allen evident genug zu ſeyn ſchien, ſo haben ſich einige die Mühe gegeben, die Theorie auf andere Gründe zu bauen. Hiermit machte **Jakob Bernoulli** [α]) den Anfang, und bewies die Theorie aus der Lehre vom Hebel durch ein ſtrenges mathematiſches Verfahren, welches aber für zuſammengeſetzte Fälle etwas weitläuftig wird. Leichter und allgemeiner hat dieſe Sache **Johann Bernoulli** [β]) vorgetragen, welchem auch größtentheils Herr **Käſtner** [γ]) gefolget iſt. Aus der allgemeinen Theorie von der Umdrehung der feſten Körper um eine unbewegliche Axe trägt **Euler** [δ]) dieſe Lehre als eine beſondere Anwendung vor.

Mittelpunkt des Stoßes (centrum percuſſionis, centre de percuſſion) heißt derjenige Punkt eines in Bewegung begriffenen Körpers, wo man ſich ſeinen völligen Stoß vereint vorſtellen kann, ſo daß das Hinderniß, auf welches dieſer Punkt ſtößt, die ganze Wirkung des Stoßes empfängt, und ſeine weitere Bewegung, wenn es nicht ausweicht, gänzlich aufhält. Bewegen ſich alle materielle Punkte

α) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1703. opp. *Jac. Bernoulli* p. 98.
β) Acta erudit. Lipſ. 1714. und opp. *Jac. Bernoulli* Tom. II. n. 96. und Tom. IV. n. 177.
γ) Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſch. III. §. 6 u. f.
δ) Theoria motus corporum ſolid. cap. VI. VII.

Punkte eines bewegten Körpers mit gleicher Geſchwindigkeit nach parallelen Linien, ſo iſt alsdann der Mittelpunkt des Stoßes mit dem Mittelpunkte der Schwere einerley.

Wallis [α]) hat den Ausdruck, Mittelpunkt des Stoßes, zuerſt gebrauchet, und nennt ihn den Punkt des größten Stoßes (punctum percuſſionis). Unter dieſem Ausdrucke kann auch derjenige Punkt verſtanden werden, durch welchen die Richtung des Stoßes durchgehen muß, wenn ſie einen andern beweglichen Körper die größte Geſchwindigkeit mittheilen ſoll. Wenn aber die bewegte Maſſe des Körpers nicht nach paralleler Richtung fortgehet, ſondern ſich um eine feſte Axe drehet, ſo werden dieſe Punkte nicht alle Mahl einerley ſeyn. **Wallis** nahm den Ausdruck in dem zuerſt erwähnten Sinne. Er betrachtete die Produkte aus den Maſſen aller einzelnen körperlichen Punkte des ſich ſchwingenden Körpers in ihre Geſchwindigkeiten, als ſo viele einzelne Preſſungen in dem Augenblicke des Stoßes, und den Punkt des unbeweglichen Widerſtandes, woran der Körper anſchlägt, als die Unterlage. Suchte er nun, wie weit dieſe Unterlage vom Bewegungspunkt entfernet ſeyn müſſe, damit alles im Gleichgewichte bleibe, ſo fand er für dieſe Entfernung eben den Ausdruck, welchen **Huygens** für den Mittelpunkt des Schwunges gefunden hatte. Daraus ſchloß **Wallis**, daß der Mittelpunkt des Stoßes vom Mittelpunkte des Schwunges nicht verſchieden ſey. Dadurch hat ſich **Stone** [β]) verleiten laſſen, beide Ausdrücke als völlig gleichgültig anzuſehen, welches auch ſelbſt **Jakob Bernoulli** [γ]) behauptet. Dagegen erinnert **Johann Bernoulli** [δ]) ſehr richtig, daß dieſe Uebereinſtimmung bei-

α) Mechanic. cap. XI. prop. 15.

β) Analyſe des infinement petits comprenant le calcul integral. Paris 1735. 4. ſect. VII. p. 131.

γ) Demonſtration du principe de Mſr. *Huygens* touchant le centre du balancement, et de l'identité de ce centre avec celui de percuſſion; in opp. Tom. II. no. C. p. 951.

δ) Remarques ſur le calcul integral de Mſr. *Stone*; in opp. Tom. IV. n. 170. p. 180. ſqq.

der Punkte nur zufällig ſey, und bloß für einige Fälle Statt finde.

Euler[α]) nimmt den Ausdruck des Mittelpunktes des Stoßes im andern angezeigten Sinne.

Ausführlicher findet man die Theorie von den Mittelpunkten des Stoßes beym **Karſten**[β]).

Mittelpunkt der Umdrehung (centrum rotationis, centre de rotation) heißt derjenige Punkt, um welchen ein Körper ſich drehet. In den mehreſten Fällen iſt dieſer Punkt einerley mit dem Mittelpunkte der Bewegung, als z. B. der Aufhängungspunkt, um welchen ſich ein Pendel drehet u. ſ. f.

In einer eigenen Bedeutung aber wird **freywilliger Mittelpunkt der Umdrehung** (centrum rotationis ſpontaneum, centre ſpontané de rotation) derjenige Punkt genannt, welcher unbewegt bleibt, und um welchen ſich der Körper zu drehen anfängt, wenn er einen eccentriſchen Stoß empfängt. Durch einen ſolchen Stoß nämlich erhält der Körper nicht allein eine fortgehende Bewegung aller ſeiner Theile, ſondern auch eine Umdrehung, welche für jeden Theil ſo ſtark iſt, als ſie bey eben dem Stoße ſeyn würde, wenn der Schwerpunkt feſt gehalten würde. Hierbey iſt ein Punkt in der Ebene, in welcher die Richtung des Stoßes und der Schwerpunkt liegen, befindlich, welcher durch die fortgehende Bewegung eben ſo weit vorwärts, als durch die Umdrehung rückwärts geführet wird, welcher folglich ruhet, indem ſich wirklich die übrigen bewegen. **Johann Bernoulli**[γ]) hat dieſem Punkte die angeführte Benennung beygeleget. Bey fortdauernder Bewegung ändert er ſich beſtändig, und alle Punkte der Ebene, welche vom Schwerpunkte gleich weit entfernet ſind, werden der Reihe nach ſolche freywillige Mittelpunkte der Umdrehung.

M.

α) Robins erläuterte Artillerie. S. 182.
β) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. IV. Abſchnitt XVIII.
γ) Opp. Tom. IV. n. 177. p. 265. ſq.

M. ſ. **Käſtner** höhere Mechanik. Abſch. III. an verſchied. Stellen. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. IV. Mechanik der feſten Körper. Abſch. XI. und XVIII.

Mittelſalze (ſalia media). Sonſt bezeichnete man überhaupt mit dieſem Nahmen alle zuſammengeſetzte Salze, welche aus Verbindung der Säuren mit Alkalien oder mit abſorbirenden Erden entſtehen, wenn die Alkalien oder Erden mit Säuren geſättiget ſind. Sie wurden eingetheilet in **vollkommene** und **unvollkommene**; unter jenen verſtand man diejenigen zuſammengeſetzten Salze, welche aus der Verbindung der Säuren mit Alkalien entſtanden, und nannte ſie auch **wahre Mittelſalze**; unter dieſen aber diejenigen, welche aus Verbindung der Säuren mit Erden entſprangen, welche auch **analogiſche** oder **erdige Mittelſalze** genannt wurden (ſalia media terreſtria). Die Ausdrücke Neutralſalze und Mittelſalze waren einerley.

Bergmann *) hingegen unterſcheidet die Mittelſaze von den Neutralſalzen, und verſteht unter jenen bloß diejenigen zuſammengeſetzten Salze, welche aus der Verbindung der Säuren mit den abſorbirenden Erden entſtanden ſind, und welche ſonſt unvollkommene Salze genannt wurden. Seit dieſer Zeit iſt auch dieſer Unterſchied von den Chemikern beybehalten worden.

Die Mittelſalze kommen in Abſicht ihrer äußern Beſchaffenheit mit den Neutralſalzen ſehr überein, ſind aber ſonſt unter einander ſelbſt in ihrem Geſchmacke, in ihrer Auflösbarkeit, Kryſtallengeſtalt und der Fähigkeit, ſich zu kryſtalliſiren, ſo wie in dem Verhalten an der Luft ſehr verſchieden. Jede für ſich eigenthümliche Erde bringt mit einer beſtimmten Säure ein eigenes Mittelſalz hervor, welches von allen andern mit eben dieſer Säure bereiteten verſchieden iſt, ſo daß die Anzahl der Mittelſalze gefunden wird, wenn

*) Ausg. von Scheffers chemiſchen Vorleſungen überſ. von D. C. E. Weigel. Greifsw. 1779. 8. S. 5 und 99. ingl. Sciagraphia regni mineralis.

man die Zahl der Säuren mit der Anzahl der alkaliſchen Erden multipliciret.

Den Sättigungspunkt bey der Verbindung der Säure mit einer alkaliſchen Erde findet man, wenn man die Erde nach und nach zu der flüſſigen Säure trägt, bis die unaufgelöste Erde zu Boden fällt. Dieſe wird alsdann durchs Filtriren abgeſondert, und das Mittelſalz durchs Kryſtalliſiren oder Abdampfen erhalten.

Die alkaliſchen Erden beſitzen nicht gleich ſtarke Verwandtſchaft zu den Säuren. Einige gehen auch in dieſer Verwandtſchaft den Alkalien vor, andere nach.

Die Mittelſalze erhalten ihre Nahmen, beſonders nach der neuern Nomenklatur, von den Säuren mit dem Beyſatze der dazu genommenen Erde, als z. B. **ſchwefelgeſäuerte Kalkerde** (Selenit, Gyps), **ſchwefelgeſäuerte Bittererde** (Epſomſalz, Bitterſalz, engländiſches Salz), **ſchwefelgeſäuerte Alaunerde** (Alaun) u. ſ. f.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie B. I. Halle 1794. 8. §. 333 f.

Mitternacht, Mitternachtsgegend (ſeptemtrio, boreas, plaga ſeptemtrionalis ſ. borealis, ſeptentrion, nord) heißt diejenige Welt- oder Himmelsgegend, nach welcher der in unſern Ländern ſichtbare Weltpol ſtehet. Bey der täglichen ſcheinbaren Umwälzung des Himmels um ſeine Axe gibt es einige Sterne, welche gar nicht untergehen, und welche bey heitern Nächten in dieſer Gegend geſehen werden. Dahin gehören beſonders auch die ſieben Sterne im großen Bär, welche unter dem Nahmen **Himmelswagen** bekannt ſind. Die Alten nannten ſie ſeptem trio-[illegible]es, wovon dieſe Gegend den Nahmen erhalten hat.

Mitternacht, Mitternachtszeit (media nox, mi-[illegible]it) iſt diejenige Zeit der Nacht, da der Mittelpunkt der [illegible]onne bey ihrer ſcheinbaren täglichen Bewegung den tiefſten Stand unter dem Horizonte eines Ortes erreichet hat, oder in der unſichtbaren Hälfte des Mittagskreiſes des Ortes [illegible] Gerade zu dieſer Zeit iſt die Hälfte der Nacht verfloſſen

verfloſſen, indem die Sonne von ihrem Untergange an bis zu dieſem tiefſten Stande eben ſo viele Zeit erfordert, als ſie von dieſem Stande an bis zum Aufgange verlangt.

Die Mitternacht iſt von dem vorhergehenden und nachfolgenden Mittage um 12 Stunden wahrer Sonnenzeit verſchieden; und der bürgerliche Tag fängt von dem Augenblicke der Mitternacht an.

Mitternachtspunkt, Nordpunkt (ſeptemtrio, boreas, ſeptentrion, nord) iſt der Durchſchnittspunkt des Mittagskreiſes eines Ortes mit dem Horizonte in derjenigen Gegend des Himmels, nach welcher der in unſern Ländern ſichtbare Weltpol liegt. Dieſer Punkt wird von den Schiffern **Norden** genannt. Er iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, wovon die vier Hauptgegenden im Horizonte beſtimmt werden. M. ſ. **Weltgegenden.** Von dieſem Punkte heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mitternachtsgegend**, und alles, was ſich daſelbſt ereignet, wird durch die Redensart ausgedrückt, es geſchehe gegen Mitternacht.

Mittheilung (communicatio, communication). Wenn ein Körper von ſeinem Zuſtande oder von ſeinen Eigenſchaften einem andern Körper, mit dem er in Verbindung kömmt, etwas abzugeben ſcheinet, was der erſte verlieret, ſo nennt man dieſe Erſcheinung überhaupt **Mittheilung**. So theilet ein Körper einem andern Wärme mit, wenn jener wärmer als dieſer iſt, ein elektriſirter Körper einem nahe gebrachten Leiter, gegen welchen er Funken ſchlägt, Elektricität u. ſ. f.

Ob hierbey ein wirklicher Uebergang von etwas aus dem einen Körper in dem andern erfolget, das läßt ſich in allen Fällen nicht ſogleich entſcheiden. Bey der Elektricität und Wärme ſcheint wirklich ein ſolcher Uebergang zu erfolgen. Wenn man nämlich annimmt, daß Elektricität und Wärme materielle Stoffe ſind, welche in ihrem natürlichen Zuſtande nach einem gewiſſen Gleichgewichte ſtreben, ſo

muß nothwendig aus dem einen Körper, welcher mehr als der andere hat, etwas in den andern übergehen.

Bey Erregung des Magnetismus in einem eiſernen oder ſtählernen Stabe, vermittelſt der Anwendung eines natürlichen Magnets, gebrauchet man das Wort Mittheilung in einer uneigentlichen Bedeutung. So ſagt man, der Magnet theile dem Eiſen die magnetiſche Kraft mit. Nimmt man nun wirklich eine magnetiſche Materie an, ſo könnte man ſich die Vorſtellung machen, als ob aus dem Magnete wirklich ein Theil der magnetiſchen Materie in das Eiſen übergehe, und dadurch demſelben die anziehende Kraft ertheile. Allein dieſe Vorſtellung würde, wie unter dem Artikel, **Magnet**, iſt gezeiget worden, irrig ſeyn, indem der Magnet von ſeiner Kraft nichts verlieret, wenn auch eine Menge anderer Körper durch ihn magnetiſiret werden. Gleichwohl iſt es im Sprachgebrauche, daß das Eiſen durch Mittheilung magnetiſiret werde.

Mittheilung der Bewegung (communicatio motus) iſt, wenn ein in Bewegung geſetzter Körper einem andern, der mit ihm in Verbindung kömmt, eine gleichmäßige Bewegung ertheilet. Nach dem Syſtem der abſoluten Undurchdringlichkeit der Materie läßt ſich gar nicht einſehen, wie die Mittheilung der Bewegung möglich ſey. Denn nach dieſer hat die Materie keine urſprünglich bewegende Kraft, d. h. ſie iſt abſolut leblos, oder ihr Weſen beſtehet in einer völligen Kraftloſigkeit. Einem ſolchen Undinge, wie Materie in dieſem Falle wäre, kann weder etwas gegeben, noch etwas entzogen werden. Mithin würde hiernach gar keine Mittheilung der Bewegung Statt finden können. Daher auch die meiſten Atomiſtiker lieber geſtehen, daß die Mittheilung der Bewegung ein Phänomen ſey, bey welchem es unbekannt wäre, auf welche Art und Weiſe die Mittheilung ſelbſt erfolge. Man ſtellt ſich gemeiniglich die Sache ſo vor, als wenn die Bewegung des einen Körpers in den andern übergetragen würde, wie etwa Waſſer aus einem Gefäß ins andere gegoſſen wird, ſo daß der bewegte

Körper von ſeiner Bewegung gerade ſo viel verlieret, als er dem bewegenden ertheilet, bis er zuletzt dieſem gar keine mehr ertheilen kann, wenn beide eine gleiche Geſchwindigkeit nach einerley Richtung erhalten haben. Allein der Uebergang der Bewegung von dem einen Körper in den andern erkläret eigentlich gar nichts, weil hier immer noch die Frage übrig bleibt, wie dieſe Möglichkeit zu begreifen ſey? Ueberhaupt aber kann nur Bewegung vermittelſt der Wirkung und Gegenwirkung repulſiver und attraktiver Kräfte mitgetheilet werden. Denn eine jede Materie, welche in Bewegung iſt, kann keine bewegende Kraft beſitzen, als bloß vermöge ihrer Zurückſtoßung oder Anziehung, womit ſie in ihrer Bewegung unmittelbar auf andere Materie wirkt, und dadurch ihre eigene Bewegung der andern mittheilet. Es iſt alſo die mechaniſche Phyſik ſelbſt genöthiget, der Materie, als ſolcher, repulſive und attraktive Kraft beyzulegen.

Nimmt man aber, wie die dynamiſche Lehre es erfordert, an, daß die Materie auch vor aller Bewegung urſprüngliche anziehende und zurückſtoßende Kraft beſitzet, ſo läßt ſich die Art und Weiſe, wie Mittheilung der Bewegung erfolget, und daraus das Geſetz, daß in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung einander gleich ſeyn muß, deutlich einſehen. Es bewege ſich der Körper a (fig. 115.) mit der Geſchwindigkeit ab im relativen Raume gegen den Körper b, welcher in Anſehung dieſes Raumes als ruhig betrachtet wird. Man theile nun die Geſchwindigkeit ab in c in zwey Theile, ſo daß ſich die Quantität der Materie a zur Quantität der Materie b umgekehrt wie bc zu ac verhält. Ferner ſtelle man ſich vor, der Körper a bewege ſich im abſoluten Raume mit der Geſchwindigkeit ac, und der Körper b nebſt dem relativen Raume mit der Geſchwindigkeit bc, welche der ab gerade entgegengeſetzet iſt; ſo ſind nun die Größen beider Bewegungen einander gleich, und da ſie ſich wechſelsweiſe aufheben, ſo kommen auch die Körper im abſoluten Raume

in Ruhe. Es war aber der Körper b mit der Geſchwindigkeit bc nebſt dem relativen Raume in der Richtung ba, welche der Richtung ab gerade entgegengeſetzet iſt, in Bewegung. Ob nun gleich die Bewegung des Körpers b durch den Stoß zernichtet wird, ſo geſchieht dieß doch nicht bey dem relativen Raume. Daher beweget ſich der relative Raum nach dem Stoße in Rückſicht der beiden Körper a und b, welche im abſoluten Raume ruhen, mit der Geſchwindigkeit bc in der Richtung ba, oder, welches einerley iſt, die beiden Körper a und b bewegen ſich nach dem Stoße mit der Geſchwindigkeit bd = bc in der Richtung ad. Nun iſt aber die Größe der Bewegung des Körpers b mit der Geſchwindigkeit in eben der Richtung bd der Größe der Bewegung des Körpers a mit der Geſchwindigkeit und Richtung ac gleich; mithin iſt die Wirkung bd, welche der Körper b durch den Stoß im relativen Raume erhält, folglich auch die Wirkung ac des Körpers a der Gegenwirkung bc des Körpers b alle Mahl gleich. Da nun Stoß, Zug und Druck bloß in Anſehung der Richtung, nach welcher die Materien in ihrer Bewegung einander widerſtehen, von einander unterſchieden ſind, ſo folgt, daß in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung beſtändig einander gleich ſey (M. ſ. **Gegenwirkung**). Bey einer jeden Mittheilung der Bewegung muß demnach eine Gemeinſchaft der Bewegungen vorausgeſetzet werden. Daher kann kein Körper einen andern ſtoßen, welcher in Anſehung ſeiner ruhig iſt, und wäre dieſer ruhig in Anſehung des relativen Raums, ſo geſchähe dieß nur, in ſo fern er mit dieſem Raume in gleichem Maße aber in entgegengeſetzter Richtung beweget wäre, und dieſe Bewegung würde dem erſten Körper zum relativen Antheil fallen, und verurſachen, daß die Größe der Bewegung erſt geſchätzet werden könnte, welche man dem Körper im abſoluten Raume beylegen würde. Denn es iſt unmöglich, daß eine Bewegung, welche in Anſehung eines andern Körpers bewegend ſeyn ſoll, abſolut ſeyn kann; iſt ſie aber relativ in Anſehung

des letztern, ſo gibt es auch keine Relation im Raume, die nicht wechſelſeitig und gleich ſey.

Uebrigens iſt es beym Stoße elaſtiſcher Körper gegen einander offenbar, daß der ruhende Körper nicht allein ruhend Bewegung erhalte, welche der Stoßende einbüßt, ſondern, daß er im Stoße wirkliche Kraft in entgegengeſetzter Richtung gegen den Stoßenden ausübe, um gleichſam die Feder zwiſchen beiden zuſammen zu drücken, welches von ſeiner Seite eben ſowohl wirkliche Bewegung, aber in entgegengeſetzter Richtung erfordert, als der bewegende Körper ſeiner Seits dazu nöthig hat. M. ſ. **Stoß.**

Moment (momentum, moment). Mit dieſem Worte wird in der Statik und Mechanik ein Ausdruck angegeben, der an ſich nichts Reelles andeutet, ſondern nur als Bezeichnung von Schätzung gewiſſer Wirkungen, die von Kräften unter gewiſſen Umſtänden hervorgebracht werden, gebrauchet wird. In dieſem Sinne bedienet man ſich der Ausdrücke, **ſtatiſches Moment, Moment der Trägheit.**

Statiſches Moment, Abwage (momentum ſtaticum, moment d'une puiſſance ou levier) heißt an einem Hebel das Produkt einer bewegenden Kraft in die Entfernung vom Ruhepunkt. Wenn die Produkte des Hebels auf beiden Seiten gleich ſind, ſo erhalten beide Kräfte einander das Gleichgewicht, und der Hebel ruhet. Es läßt ſich daher dieſes Produkt als die Größe der Wirkung anſehen, womit die Kraft den Hebel um den Ruhepunkt zu drehen ſtrebet. Dieſerwegen hat auch dieſer Ausdruck, jener Erklärung gemäß, den Nahmen Moment erhalten.

Wenn (fig. 116.) in dem Arme ca eines mathematiſchen Hebels die Kräfte P, p, π auf die Punkte M, m, μ wirken, und zwar in den Entfernungen vom Ruhepunkte c gerechnet $cM = D$, $cm = d$, $c\mu = \delta$, ſo ſind die Momente dieſer Kräfte Pd, pd, $\pi\delta$ (M. ſ. **Hebel**). Die Gewalt, womit dieſe Kräfte zuſammen den Hebel um den Ruhepunkt

Ruhepunkt c zu drehen ſtreben, wird durch die Summe dieſer Momente ausgedrückt, oder durch

$$PD + pd + \pi\delta.$$

Man ſieht wohl, daß es beym Ausdrucke Moment vorzüglich darauf ankömmt, um welchen Punkt der Hebel ſich drehet. Denn wäre dieſer Punkt in einerley Hebel bey übrigens gleichen Umſtänden verſchieden, ſo werden auch die Momente verſchieden ſeyn. Dieſe hängen alſo beſtändig von dem Umdrehungspunkte ab. Wäre nämlich der Umdrehungspunkt in a, und die ganze Länge $ac = \alpha$, ſo iſt nun die Entfernung der Kraſt P vom Ruhepunkte $= ac - Mc = \alpha - D$, die der Kraſt $p = ac - mc = \alpha - d$, und die der Kraſt $\pi = ac - \mu c = \alpha - \delta$, mithin ſind die Momente

$$(\alpha - D)P;\ (\alpha - d)p;\ (\alpha - \delta)\pi,$$

die Summe dieſer Momente wird alsdann die Gewalt angeben, womit die am Hebel angebrachten Kräfte denſelben um den Ruhepunkt a zu drehen ſtreben.

Die Kräfte am Hebel mögen ſeyn, welche ſie wollen, ſo kann man ſich doch beſtändig die Vorſtellung machen, als ob in den Punkten M, m und μ Gewichte herabhingen, welche eben das wirken, was die daſelbſt angebrachten Kräfte wirken. Es wird daher alles einerley bleiben, wenn auch ſtatt der Kräfte P, p, π in den Ausdrücken der Momente die gleichwirkenden Gewichte geſetzet würden.

Die Einführung der Momente um gewiſſe Punkte gewähret bey den ſtatiſchen Berechnungen ſehr große Erleichterungen. Die Berechnungen des Hebels beruhen allein auf dem Satze, daß die Momente der Laſt und Kraft einander gleich ſind. Bey Beſtimmung des gemeinſchaftlichen Schwerpunktes kömmt es bloß darauf an, einen Punkt im Hebel zu finden, welcher mit einer ſo großen Kraft gehalten werden muß, welche die Summe aller am Hebel angebrachten Kräfte gleich iſt, wenn der Hebel im Gleichgewichte ſeyn ſoll. Wäre alſo der gemeinſchaftliche Schwerpunkt aller der am Hebel ac angebrachten Gewichte P, p, π in d, ſo würde

würde die Summe der Momente gerade ſo groß, als das Moment $(P + p + \pi)\,cd$ ſeyn, oder

$$PD + pd + \pi\delta = (P + p + \pi)\,cd, \text{ folglich}$$

$$cd = \frac{PD + pd + \pi\delta}{P + p + \pi}, \text{ d. h.}$$

die Entfernung des Schwerpunktes d vom Punkte c wird gefunden, wenn die Summe aller ſtatiſchen Momente durch die Summe aller Gewichte dividiret wird. Wäre hingegen der Schwerpunkt aus andern Gründen ſchon bekannt, ſo findet man **die Summe der ſtatiſchen Momente um c, wenn die Entfernung des Schwerpunktes von dem Punkte c in die Summe der Gewichte multipliciret wird.**

Wenn ac eine prismatiſche Stange von gleichförmiger Dichtigkeit iſt, und das Gewicht $= P$ beſitzet, ſo fällt nun der Schwerpunkt d in die Mitte der Stange ac oder es iſt $cd = \frac{1}{2}\,ac$. Mithin wäre die Summe der ſtatiſchen Momente aller Theile um $c = \frac{1}{2}\,ac \,.\, P$.

In einem ähnlichen Sinne, als das ſtatiſche Moment genommen wird, nimmt man auch das **mechaniſche Moment.** Sobald nämlich eine jede Maſchine in den ſogenannten Beharrungsſtand gekommen iſt, ſo wird ſie auch dem Widerſtande eine gewiſſe Geſchwindigkeit mitgetheilet haben, womit ſie nun beſtändig fortgehet, ſo lange die Maſchine in Bewegung bleibt. Weil nun der Widerſtand als die zu bewegende Laſt, und die derſelben mitgetheilte Geſchwindigkeit als die Geſchwindigkeit der Laſt betrachtet wird, ſo heißt auch das Produkt aus der Geſchwindigkeit der Laſt in die zu bewegende Laſt das **mechaniſche Moment der Laſt**; eben ſo wird auch die Geſchwindigkeit der Stelle der Maſchine, welche die an derſelben angebrachte Kraft unmittelbar angreift, als die Geſchwindigkeit der Kraft betrachtet, und das Produkt der Kraft mit dieſer Geſchwindigkeit **das mechaniſche Moment der Kraft genannt.** Iſt das ſtatiſche Moment der Kraft nur etwas größer, als das

ſtatiſche

ſtatiſche Moment der Laſt, ſo muß eine Bewegung erfolgen. Wäre z. B. an dem Hebel ac die Kraft in M, und die Laſt in m angebracht, ſo wird in einerley Zeit die Kraft mit der Geſchwindigkeit MN = γ, und die Laſt mit der Geſchwindigkeit mn = ϱ ausweichen. Da nun ſtatt der Kraft und Laſt in M und m Gewichte von gleicher Wirkung, und ſtatt cM und cm die Geſchwindigkeiten γ und ϱ geſetzet werden können, weil cM : cm = $\gamma : \varrho$ iſt; ſo muß auch das mechaniſche Moment der Laſt dem mechaniſchen Momente der Kraft gleich ſeyn.

Moment der Trägheit, Moment der Maſſe (momentum inertiae ſ. maſſae, moment d'inertie d'une maſſe). Dieſer Ausdruck bedeutet das Produkt einer Maſſe in das Quadrat der Entfernung vom Umdrehungs- oder Bewegungspunkte.

Wenn vorausgeſetzet wird, daß verſchiedene Maſſen (fig. 116.) M oder m am Hebel ca in beliebigen Entfernungen cM = D oder cm = d vom Ruhepunkte angebracht mit gleicher Gewalt in gleicher Zeit durch einerley Winkel acb um c den Hebel drehen ſollen, ſo müſſen ſich nun die in M und m angebrachten bewegenden Kräfte P und p zu einander verhalten wie die Quadrate der Entfernungen derſelben vom Ruhepunkte oder wie $D^2 : d^2$. Wenn nämlich beide Maſſen M und m durch die Schwere beſchleuniget werden, ſo können beide nicht in einerley Zeit die verſchiedenen Bogen MN und mn durchlaufen, ſondern es würde die Maſſe M mit der Maſſe m in gleicher Zeit den Bogen Mγ = mn zurücklegen, mithin würde der Hebel mit m nicht den ganzen Winkel acb durchlaufen. Es müſſen ſich demnach die Beſchleunigungen der Maſſen M und m, wenn ſie in gleicher Zeit mit eben derſelben Winkelgeſchwindigkeit den Hebel um c drehen ſollen wie die Bogen MN und mn verhalten, d. i. wie die Halbmeſſer cM und cm oder wie D : d. Folglich ſind die bewegenden Kräfte P und p im Verhältniſſe MD : md. Sollten nun dieſe

mit

mit gleicher Stärke auf den Hebel wirken, ſo müſſen ſie ſich umgekehrt, wie die Entfernungen von c verhalten, mithin

$MD : md = d : D$, und daher

$MD^2 = md^2$ ſeyn.

Dieß Produkt wird ſich beſtändig gleich bleiben müſſen, wenn der Hebel mit der nämlichen Winkelgeſchwindigkeit durch gleiche Stärke umgedrehet werden ſoll. Weil demnach die Maſſen, welche ſich verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Umdrehungspunkte verhalten, von einer gegebenen Kraft in einer gegebenen Entfernung um gleiche Winkel beſchleuniget werden, ſo nennt man dieſes Produkt **Moment der Trägheit** oder **der Maſſe.**

Man ſieht auch hier leicht ein, daß die Umdrehung um einen feſten Punkt oder um eine Axe vorausgeſetzet wird, und daß man die Momente der Trägheit nur um einen gewiſſen Punkt betrachten kann.

Wenn ſich an der mathematiſchen Linie ac in mehreren Punkten ſchwere Maſſen M, m, μ in den Entfernungen D, d, δ vom Umdrehungspunkte c befinden, ſo iſt die Summe aller einzelnen Momente der Trägheit um c, oder

$$MD^2 + md^2 + \mu\delta^2$$

das Moment der Trägheit der ganzen Linie um c.

Wäre ca eine prismatiſche oder cylindriſche Stange allenthalben von gleicher Dichtigkeit, deren Maſſe $= M$ iſt, ſo kann ſie als eine mathematiſche Linie betrachtet werden, welche in allen Punkten mit kleinen ſchweren Maſſen beſchweret iſt. Setzt man nun irgend einen Theil $cd = x$, das Element $de = dx$, und die Länge der Stange $ac = a$, ſo iſt die Maſſe dieſes Elementes $= \frac{M}{a} . dx$, deren Entfernung vom Umdrehungspunkte $= x$; mithin iſt ſein Moment der Trägheit $= \frac{M}{a} . x^2 dx$. Daher wird das Moment der Trägheit des Theils cd der ganzen Stange ca durch die Integralrechnung

$$\frac{M}{\alpha} \int . x^2 dx = \frac{M}{\alpha} . \frac{x^3}{3},$$

und das Moment der Trägheit der ganzen Stange ac, wo $x = \alpha$ iſt, $= \frac{1}{3} M \alpha^2$.

Auf ähnliche Art läßt ſich jeder andere Körper von beſtimmter Geſtalt und Größe in Elemente zerlegen, da man alsdann das Moment der Trägheit zuerſt für ein ſolches Element ſuchen muß, um es nachher für den ganzen Körper durch Hülfe der Integralrechnung zu finden. Hängt z. B. eine Kugel (fig. 113.) an einem zarten Faden ad; die Maſſe der Kugel ſey = M, der Mittelpunkt derſelben d und ihr Halbmeſſer = r, ſo findet man das Moment der Trägheit, das Gewicht des Fadens aus der Acht gelaſſen,

$(ad^2 + \frac{2}{5} r^2) M$ (M. ſ. **Mittelpunkt des Schwunges**).

M. ſ. **Karſten Lehrbegriff** der geſammten Mathematik Th. IV. Abſchn. X.

Monaden ſ. **Materie**.

Monath (menſis, mois) iſt die Zeit, welche verfließt, indem der Mond einen Umlauf um den ganzen Himmel zu vollenden ſcheinet. Beynahe binnen dieſer Zeit hat auch der Mond ein Mahl ſein Zu- und Abnehmen oder den Wechſel aller ſeiner Erſcheinungen vollendet. Da dieß den erſten Menſchen ſo ſehr in die Augel fiel, ſo konnte es gar nicht fehlen, daß ſie eine gewiſſe Anzahl von ſolchen Mondwechſeln oder von Monathen zur Beſtimmung verfloſſener Zeiträume feſtſetzten. Bey genauerer Beobachtung des Himmels aber mußte man auch bald bemerken, daß es verſchiedene Umläufe des Mondes gebe. Sieht man nämlich auf die Zeit, binnen welcher der Mond ſeinen Umlauf von einem Fixſterne angerechnet bis zunächſt wieder zu dem Fixſterne macht, ſo nennt man dieſe den **ſideriſchen Monath**. Die Umlaufszeit des Mondes hingegen von dem Frühlingspunkte an gerechnet bis wieder dahin heißt der **periodiſche Monath**. Indeſſen iſt die Sonne um eine beträchtliche

Weite

Weite vorgerückt, und der Mond gebrauchet über zwey Tage Zeit, um ſie wieder einzuhohlen. Daher auch die Umlaufszeit von einem Neumonde bis wieder zum Neumonde, oder die völlige Dauer eines Mondwechſels, der **ſynodiſche Monath** genannt wird. Weil ferner die Mondsknoten mit ziemlicher Geſchwindigkeit der Ordnung der Zeichen entgegen rücken (M. ſ. **Knoten**), mithin der Mond ſchon wieder zu ſeinem Knoten kömmt, ehe die Umlaufszeit des periodiſchen Monaths verfloſſen iſt, von der Zeit an gerechnet, da er den Knoten verließ, ſo nennt man auch ſeinen Umlauf vom aufſteigenden Knoten bis wieder zum aufſteigenden Knoten den **Knotenmonath** oder auch **draconitiſchen Monath.** Endlich heißt auch die Umlaufszeit des Mondes von der Erdnähe angerechnet, bis er daſelbſt wieder anlangt, der **anomaliſtiſche Monath.**

Wenn man eine allgemeine Beſtimmung von den Umlaufszeiten dieſer fünf verſchiedenen Monathe verlangt, ſo kann man ihre Größen bloß im Mittel angeben, weil der Monath jeder Art, bald etwas größer, bald etwas kleiner iſt. In ſolchen mittleren Angaben ſind nach **de la Lande** die Umlaufszeiten

des periodiſch. Monaths	27 Tage	7 Stund.	43 Min.	5 Sek.
des ſideriſchen	— 27	— 7	— 43	— 12 —
des ſynodiſchen	— 29	— 12	— 44	— 3 —
des Knotenmonaths	27	— 5	— 6	— 56 —
des anomaliſt.	— 27	— 13	— 18	— 35 —

Herr **la Place** bemerket noch, daß die Zeitdauer des ſideriſchen Umlaufs nicht in allen Jahrhunderten einerley ſey; denn die Vergleichung der neuern Beobachtungen mit den ältern beweiſe unwiderſprechlich eine Beſchleunigung der mittleren Bewegung des Mondes. Dieſe Beſchleunigung, welche von der älteſten Finſterniß an, deren Beobachtung auf uns gekommen iſt, nur noch wenig merklich iſt, werde ſich in der Folge der Zeit mehr entdecken. Ob ſie aber ohne Aufhören fortwachſe, oder ob ſie ein Mahl ſtill ſtehen werde, um in eine Verminderung überzugehen,

dieß könnten die Beobachtungen erſt nach einer großen Anzahl von Jahrhunderten ausmitteln. Glücklicher Weiſe ſey aber die Entdeckung ihrer Urſache den letztern zuvorgekommen, und habe uns gelehret, daß ſie periodiſch ſey.

Von den Mondenmonathen unterſcheidet man die **Sonnenmonathe.** Weil nämlich zwölf Mondwechſel beynahe die Dauer eines tropiſchen Sonnenjahres ausmachen, ſo hat man den zwölften Theil dieſes Jahres, oder den Zeitraum von 30 Tagen 10 Stunden 29 Minuten 37 Sekunden, den Nahmen eines **Sonnenmonaths** gegeben. Es iſt dieſer Monath eigentlich die Zeit, die die Sonne im Durchſchnitte genommen in einem jeden der 12 himmliſchen Zeichen verweilet.

Dieſe angezeigten Monathe ſind **aſtronomiſche,** und beſtimmen die Zeitdauer der himmliſchen Bewegung bis auf Sekunden. Im bürgerlichen Leben aber werden Stunden, Minuten und Sekunden ſo lange nicht mit gezählet, bis ſie ganze Tage ausmachen. Daher hat man einigen Sonnenmonathen 30, andern 31 Tage, den Mondenmonathen aber, wobey beſtändig auf den Mondwechſel oder ſynodiſchen Monath geſehen wird, bald 29 bald 30 Tage gegeben, ſo daß die Monathe zuſammen genommen wenig von dem tropiſchen Sonnenjahre und dem aſtronomiſchen Mondenjahre verſchieden ſind.

Auch gehöret noch zu den bürgerlichen Mondenmonathen der ſogenannte **Erleuchtungsmonath,** welcher von der erſten Wiedererſcheinung des Mondes nach dem Neumonde bis zur nächſtfolgenden Wiedererſcheinung gerechnet wird. Einige Völker, welche ſich bey ihrer Zeitrechnung der Mondenmonathe bedienen, müſſen dieſelben gebrauchen, wenn ſie die ſynodiſchen Monathe nicht gehörig zu beſtimmen wiſſen.

Das verſchiedene Völker ihre Jahrrechnung theils nach Mond-, theils nach Sonnenjahren eingerichtet haben, iſt ſchon unter den Artikeln, **Jahr** und **Kalender,** angezeiget worden.

Nach

Nach unſerer eingerichteten Jahrrechnung ſtehen die Neumonde, Viertel und Vollmonde mit den Monathen in weiter keiner unmittelbaren Verbindung, ſie rücken vielmehr auf alle Tage der Monathe hindurch und fallen in jedem folgenden Monathe im Durchſchnitte etwa um einen Tag früher, als im vorhergehenden Monathe.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der Aſtronomie §. 213. X. der Chronologie §. 8. **la Place** Darſtellung des Weltſyſtems a. d. Franz. Th. I. Frankf. a. M. 1797. S. 40.

Mond (luna, lune) iſt der beſtändige Trabant oder Nebenplanet unſerer Erde, welcher außer der allen Sternen gemeinſchaftlichen ſcheinbaren Bewegung von Morgen gegen Abend noch einen eigenen Umlauf von Abend gegen Morgen binnen der Zeit eines Monaths um den ganzen Himmel zu machen ſcheinet, wobey er zu verſchiedenen Zeiten bald ſichelförmig, bald oval, bald kreisrund geſehen wird, ſo daß dieſe erleuchteten Abwechſelungen ſtets gegen die Sonne gekehret ſind. M. ſ. **Mondphaſen**. Wenn man den Mond bey ſeiner Wiedererſcheinung nach dem Neumonde in jedem folgenden Tage beobachtet, ſo wird man gewahr werden, daß er ſich beſtändig von einem Fixſterne zum andern in jedem Tage etwa 13 Grad von Weſten gegen Oſten fortbeweget. Bey dieſer Bewegung bemerket man weder einen Stillſtand noch Rückgang; gleichwohl iſt ſie aber ſehr ungleich, bald geſchwinder bald langſamer. Ob nun gleich der Mond in ſeiner Bahn immer nach und nach von einem Stern zum andern in dem Thierkreiſe fortrückt, ſo kömmt er doch nur zwey Mahl in die Ekliptik, und hat daher bald ſüdliche bald nördliche Breite. Der Winkel, unter welchem ſich die erweiterte Mondsbahn mit der Ekliptik ſchneidet, d. i. das Maß der größten Breite, iſt nicht immer gleich groß, jedoch beträgt er nie über 5½ Grad. **Ptolemäus** hielt die Breite der Mondbahn für beſtändig, und ſetzte ſie auf 5 Grade; **Tycho de Brahe** aber bemerkte zuerſt die Veränderlichkeit derſelben. Er fand die

kleinſte Breite 4° 58′ 30″, die mittlere 5° 8′ 45″ und die größte 5° 17′ 30″.

Aus allen dieſen Erſcheinungen, welche einem jeden Beobachter ſo leicht in die Augen fallen, hat man ſchon frühzeitig geſchloſſen, daß ſich der Mond in ſeiner Bahn um unſere Erde bewege, und daß er ſie ungefähr in 27⅓ Tagen zurücklege. Es hatte zwar **Jakob Alexander** zur Erklärung der Ebbe und Fluth den ſeltſamen Einfall, daß ſich die Erde um den Mond in eben der Zeit herumbewege, und es iſt in der That auch nicht zu läugnen, daß hierbey die nämlichen Erſcheinungen erfolgen würden; allein der Herr **von Mairan** *) hat ihn umſtändlich widerleget.

Wenn gehörige Beobachtungen über die gerade Aufſteigung und Abweichung des Mondes angeſtellet werden, ſo läßt ſich jedes Mahl die Länge und Breite desſelben durch Rechnung finden; wird hiernächſt bey jeder Beobachtung zugleich ſein ſcheinbarer Durchmeſſer gemeſſen, ſo kann man aus Vergleichung dieſer verſchiedenen Durchmeſſer die jedesmahlige Entfernung des Mittelpunktes der Erde vom Monde finden, und alsdann durch alle Endpunkte der Entfernungen die Mondsbahn nach einem willkürlich gewählten Maßſtabe verzeichnen. Man wird finden, daß ſie eine Ellipſe iſt, in deren einem Brennpunkte die Erde ſich befindet. Es iſt folglich der Mond bey jedem Umlaufe um die Erde ein Mahl in der Erdnähe und ein Mahl in der Erdferne. M. ſ. **Erdferne, Erdnähe.** Die große Axe dieſer elliptiſchen Bahn rückt jährlich von Abend gegen Morgen um 40° 49′ 52″, und vollendet alſo in 8 Jahren 309 Tagen 8 Stunden 37 Minuten 30 Sekunden einen Umlauf um den ganzen Himmel. Nimmt man die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde = 1 an, ſo beträgt die Eccentricität ſeiner elliptiſchen Bahn 0,055. Bey den großen Ungleichheiten des Mondlaufes iſt jedoch die Eccentricität ſelbſt veränderlich.

Die

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1727.

Die Mondsbahn iſt gegen die Ekliptik unter einem Winkel von etwa 5° bis 5° 18′ geneigt, und ihre Durchſchnittspunkte mit dieſer, oder die Knoten ſind am Himmel keine feſten Punkte, ſondern rücken jährlich um 19° von Morgen gegen Abend, oder der Ordnung der Zeichen entgegen. Die Neigung der Bahn iſt am größten, wenn die Sonne in der Gegend der Mondsknoten ſelbſt ſteht, am kleinſten aber, wenn ſie 90° von den Knoten entfernet iſt. Die Veränderungen der Apſidenlinie und der Knotenlinie des Mondes werden verurſachen, daß die Stellen ſeiner geſchwindeſten und langſamſten Bewegungen, ſo wie ſeiner Durchgänge durch die Ekliptik von Zeit zu Zeit in ganz andere Gegenden des Thierkreiſes fallen müſſen. Ueberhaupt hat man in der Folge der Zeit eine ſehr große Menge von Ungleichheiten in der Bewegung des Mondes entdecket, welche größtentheils von der Einwirkung der Sonne in Rückſicht der verſchiedenen Lage des Mondes gegen die Erde herrühren. Einige von dieſen Ungleichheiten waren den Alten längſt bekannt, nur wußten ſie ihre Urſachen nicht. Im Allgemeinen aber fanden ſie ungemein große Schwierigkeiten, den wahren Lauf des nächſten Geſtirnes genau zu beſtimmen. Um jedoch nur einiger Maßen dieſe Ungleichheiten zu erklären, waren ſie genöthiget, zwey Epicykel über einander zu ſetzen. M. ſ. **Epicykel.** **Tycho de Brahe** fand noch weit mehrere Ungleichheiten, als den Alten bekannt geweſen ſind, und die Anzahl derſelben häufte ſie deſto mehr, je vollkommener die Werkzeuge wurden, und je mehrere Beobachtungen man anſtellte. Daraus iſt es begreiflich, daß die damahligen Mondstafeln unter allen aſtronomiſchen Tafeln die unrichtigſten ſeyn mußten. Endlich aber wurde man durch **Newtons** Entdeckung, von der allgemeinen Gravitation der Himmelskörper gegen einander, auf den richtigen Weg geleitet, alle dabey obwaltenden Schwierigkeiten mit dem glücklichſten Erfolg zu überwinden: **Newton** ſelbſt erklärte ſchon einige der vornehmſten Störungen, welche der Mond bey ſeinem Umlaufe um die Erde erleidet, ſehr

glücklich aus den verſchiedenen Anziehungen der Sonne gegen den Mond bey ſeinen verſchiedenen Stellungen gegen die Erde und gegen die Sonne; und **Gregory** α) war der erſte, welcher aus **Newtons** Theorie Angaben zu Mondstafeln gab, welche nie über 2 Minuten vom wahren Laufe abweichen ſollten. Auch **Halley** hatte die Sätze bey ſeinen im Jahre 1749 erſchienenen Tafeln, ſo viel ſie auf den Mond Beziehung hatten, zum Grunde geleget, mußte aber doch bekennen, daß ſie vom wahren Laufe des Mondes nach den zu **Grenwich** angeſtellten Beobachtungen eine Abweichung von 7 bis 8 Minuten gaben. Aehnliche Mondstafeln ſind ebenfalls von **Euler** β) berechnet worden, welcher hierbey einfache Formeln für die Ausdrücke der Ungleichheiten des Mondes angegeben hat.

Endlich gelang es dem berühmten göttingiſchen Aſtronom, **Tobias Mayer**, die ſo bekannten aſtronomiſchen Mondstafeln zu verfertigen, nach welchen man den wahren Ort des Mondes für jede Zeit durch 13 verſchiedene Reduktionen oder Gleichungen bis auf eine Minute richtig beſtimmen kann. Dieſe Tafeln wurden zuerſt im zweyten Bande der göttingiſchen Commentarien im Jahre 1755 bekannt gemacht. Nachdem man ſie in England auf mannigfaltige Art geprüfet, und richtig befunden hatte, ſo erhielten ſeine Erben einen Theil von dem Preiſe, welcher auf die Erfindung der Länge zur See geſetzet war. Sie ſind nachher von **de la Lande** γ), **P. Hell** δ) und in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln ε) herausgegeben worden. Ueber die Methode ihrer Berechnung, welche der Verfaſſer zwar nach England eingeſendet hatte, aber nicht öffentlich bekannt

α) Aſtron. geometr. et phyſic. elemen. p. 322.
β) Opuſc. varii argum Berol. 1746. 4. Theoria motus lunae Petrop. 1753. 4.
γ) Connoiſſance des mouvem. celeſt. 1761.
δ) Tabulae lunares *Tob. Mayeri.* Vindob. 1763. 8. juxta edit. Lond. 1770. Vind. 1771.
ε) B. II. S. 1 u. f.

bekannt geworden iſt, hat Herr **Lambert** *) ſehr ſcharfſinnige Unterſuchungen angeſtellet.

Der Mond zeigt uns beſtändig ein und die nämlichen dunkeln Flecken, welche mithin beweiſen, daß er uns immer einerley Seite zukehret. Daraus läßt ſich aber nicht ſchließen, daß ſich der Mond nicht um ſeine Achſe drehe, wie ſelbſt **Wolf** geglaubet hat; vielmehr erhellet aus dieſer Erſcheinung gerade das Gegentheil; denn wenn jemand um einen Gegenſtand ſich ſo beweget, daß er ſelbigen beſtändig mit dem Geſichte betrachtet, ſo muß er auch während dieſer Umdrehung ſein Geſicht nach allen möglichen Weltgegenden gerichtet, d. h. er muß ſich ſelbſt ein Mahl umgedrehet haben. Daß folglich der Mond beſtändig nur einerley Seite uns zukehret, iſt gerade ein Beweis, daß er während des Umlaufs um die Erde einen eigenen Umlauf um ſeine Achſe machen müſſe. Den Grund der Umwälzung des Mondes um ſeine Axe bey einer einzigen Umdrehung desſelben um die Erde ſetzt **Galilei** darin, daß die Seite des Mondes, welche er uns zukehret, eine natürliche Beziehung oder Neigung gegen die Erde habe; **Newton** drückte dieß beſſer ſo aus, die uns zugekehrte Seite des Mondes werde wegen der größern Nähe von der Erde ſtärker angezogen, als die abgewendete, und nehme daher nach dieſer Richtung eine länglichere Geſtalt an.

Galilei hat jedoch ſchon bey der erſten Beobachtung des Mondes durch Fernröhre wahrgenommen, daß zu manchen Zeiten an dem einen Rande des Mondes einige ſichtbare Flecke verſchwinden, und an dem gerade entgegengeſetzten Rande andere neue zum Vorſchein kommen, da denn zugleich alle übrige Flecken ſich demjenigen Rande nähern, wo die erwähnten verſchwinden. Die Veränderung der Flecken nimmt man ſowohl gegen Süden, als auch gegen Weſten wahr, und es hat das Anſehen, als ob der Mond

*) Zergliederung und Anwendung der mayerſchen Mondstafeln; in den Beyträg. zum Gebr. der Mathem. B. II. Berlin 1770. Num. XII.

um ſeinen Mittelpunkt ein wenig hin und wieder zurückſchwanke. Daher wird auch dieſe Erſcheinung das **Schwanken**, **Wanken** oder die **Libration** des Mondes genannt. **Hevel** *) und beſonders **Mayer** †) haben dieſe Erſcheinung genauer unterſuchet. Um ſich von den Haupturſachen derſelben eine richtige Vorſtellung zu machen, muß man bedenken, daß die Mondsſcheibe vom Mittelpunkte der Erde aus geſehen von der Peripherie des größten Kreiſes der Mondskugel begrenzt iſt, auf welcher eine Linie vom Mittelpunkte des Mondes bis zum Mittelpunkte der Erde ſenkrecht ſteht. Auf der Ebene dieſes größten Kreiſes entwirſt ſich die der Erde zugekehrte Mondshalbkugel, und ihre Erſcheinungen rühren von der Umdrehungsbewegung dieſes Geſtirnes in Anſehung ſeines Radius Vektor her. Drehete ſich der Mond nicht um ſeine Axe, ſo würde ſein Radius Vektor bey jedem ſeiner Umläufe die Peripherie eines größten Kreiſes auf ſeiner Oberfläche beſchreiben, von welcher uns auf ſolche Art nach und nach alle Punkte ſichtbar werden würden. In der nämlichen Zeit aber, da der Radius Vektor dieſe Peripherie beſchreibet, führt die Mondskugel durch ihre Umdrehung immer ſehr nahe den nämlichen Punkt ihrer Oberfläche unter dieſem Radius zurück, und wendet folglich immer der Erde eben dieſelbe Halbkugel zu. Die Ungleichheiten der Bewegung des Mondes bringen kleine Verſchiedenheiten in ſeinen Erſcheinungen hervor. Denn da ſeine Umdrehungsbewegung an dieſen Ungleichheiten keinen merklichen Antheil nimmt, ſo iſt ſie in Anſehung ſeines Radius Vektor, welcher auf ſolche Art ſeiner Oberfläche in verſchiedenen Punkten begegnet, veränderlich. Es macht daher die Mondskugel in Anſehung dieſes Radius Vektor Schwingungen, welche mit den Ungleichheiten ihrer Bewegung übereinſtimmen, und gewiſſe Theile ihrer Oberfläche wechſelsweiſe bald verbergen, bald entdecken.

Ueberdieß

*) De motu lunae libratorio ad Ricciol. Ged. 1654. fol.

†) Abhandl. über die Umwälzung des Mondes um ſeine Axe und die ſcheinbare Bewegung der Mondsflecken, in den koſmogr. Nachricht. u. Sammlung. 1748. S. 52.

Ueberdieß iſt die Axe der Umdrehung des Mondes auf der Ebene ſeiner Bahn nicht genau ſenkrecht. Setzt man, daß ſie während eines Umlaufs der Mondkugel beynahe unbeweglich ſey, ſo iſt ſie über den Radius Vektor hin mehr oder weniger geneigt, und der von dieſen beiden Linien eingeſchloſſene Winkel iſt während der Hälfte des Umlaufs ſpitz, während der andern aber ſtumpf, die Erde ſieht daher wechſelsweiſe beide Pole der Umdrehung und die ihnen nahe liegenden Theile der Mondsfläche.

Endlich befindet ſich der Beobachter nicht im Mittelpunkte der Erde, ſondern auf ihrer Oberfläche; die Geſichtslinie von ſeinem Auge nach des Mondes Mittelpunkte beſtimmt die Mitte der ſichtbaren Halbkugel, und es iſt klar, daß dieſe Geſichtslinie die Oberfläche des Mondes nach dem Verhältniſſe der Mondsparallaxe in merklich unterſchiedenen Punkten trifft, je nachdem die Höhe desſelben über dem Horizonte verſchieden iſt.

Alle dieſe Urſachen bringen bey der Mondskugel nur ein ſcheinbares Schwanken hervor; ſie ſind bloß optiſch, und afficiren die wahre Umdrehungsbewegung des Mondes nicht. Indeſſen kann dieſe Bewegung kleinen Ungleichheiten unterworfen ſeyn; aber ſie ſind zu wenig merklich, als daß man ſie hätte betrachten können.

Mit der Veränderung der Ebene des Mondäquators verhält es ſich nicht ſo. **Dominicus Caſſini** wurde dadurch, daß er die Lage derſelben aus Beobachtungen der Mondsflecken zu beſtimmen ſuchte, auf folgendes ſehr merkwürdige Reſultat geführet, welches die ganze aſtronomiſche Theorie von dem wahren Schwanken dieſes Geſtirnes in ſich begreift, wenn man ſich durch den Mittelpunkt des Mondes eine erſte Ebene auf ſeine Umdrehungsaxe lothrecht gedenket, welche Ebene in die ſeines Aequators fällt; wenn man ſich ferner durch den nämlichen Mittelpunkt eine zweyte Ebene mit der Ekliptik parallel, und als eine dritte die mittlere Ebene der Mondsbahn vorſtellet, ſo haben dieſe drey Ebenen beſtändig einen gemeinſchaftlichen Durchſchnitt.

Die zweyte zwiſchen den beiden andern liegende Ebene macht mit der erſtern einen Winkel von ungefähr 1°, 67 und mit der dritten einen Winkel von 5°, 7188; die Eintheilung des Quadranten in 100 Grade, des Grades in 100 Minuten, der Minute in 100 Sekunden u. ſ. f. genommen.

Auf dieſe Weiſe fallen die Durchſchnitte des Aequators mit der Ekliptik, oder ſeine Knoten beſtändig mit den mittleren Knoten der Mondsbahn zuſammen und haben wie dieſe eine rückläufige Bewegung. Während dieſer Bewegung beſchreiben die beiden Pole des Aequators und der Bahn des Mondes kleine Kreiſe mit der Ekliptik parallel, zwiſchen die ſie den Pol der Ekliptik ſo einſchließen, daß dieſe drey Pole beſtändig in einem größten Kreiſe der Himmelskugel liegen.

Daß der Mond das nächſte Geſtirn von der Erde iſt, beweiſen ſchon die Sonnenfinſterniſſe und die Bedeckungen der Planeten von ſelbigem, welchen er begegnet. Die Berechnung ſeiner Entfernung von der Erde aber ſetzt eine genaue Kenntniß ſeiner Parallaxe voraus. M. ſ. **Parallaxe**. Weil den alten Aſtronomen hierüber noch wenig Zuverläſſiges bekannt war, ſo kam es auch, daß ſie dieſe Entfernung größtentheils geringer, als die neuern Aſtronomen fanden. So fand ſie **Pythagoras** kaum auf 3150 Meilen, **Hipparch** nach einer unſichern Methode zwiſchen den Grenzen von 62 und 71 Halbmeſſern der Erde. **Ptolemäus** brachte die Horizontalparallaxe des Mondes zwiſchen die Grenzen 54′ und 1° 41′ eingeſchloſſen, und daher die größte und kleinſte Weite desſelben 64 und 34 Halbmeſſer der Erde heraus. **Copernicus**, **Tycho** und **Kepler** ſtellten weitere Unterſuchungen darüber an. Endlich haben nachher die neuern Aſtronomen ſich viele Mühe gegeben, durch Beobachtungen die Parallaxe des Mondes immer genauer zu beſtimmen. Uebereinſtimmende Beobachtungen wurden beſonders im Jahre 1751 von **de la Caille** auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung und von **de la Lande** zu Berlin

lin gemacht *), woraus ſich die größt-mögliche Horizontalparallaxe des Mondes, wenn er ſich in der Erdnähe und in der Zuſammenkunft mit der Sonne befindet, 61′ 32″, die kleinſte, wenn er ſich in der Erdferne und in der Zuſammenkunft mit der Sonne befindet, 54′ 2″ ergeben hat. Hieraus läßt ſich nach einer leichten Rechnung die größte Entfernung des Mondes von der Erde 63, 62, und die kleinſte 55, 87 Erdhalbmeſſer finden. Es ergibt ſich daher die mittlere Entfernung ungefähr 60, 25 Erdhalbmeſſer.

In der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde beträgt ſein ſcheinbarer Durchmeſſer = 31′ 9″, und in dieſer Entfernung die Horizontalparallaxe 57′ 3″, d. h. der Halbmeſſer der Erde wird aus dem Monde unter dem Winkel von 57′ 3″, mithin ihr Durchmeſſer unter 1° 54′ 6″ geſehen. Weil ſich nun die ſcheinbaren Durchmeſſer für einerley Augenblick, der Erde aus den Monde, und des Mondes aus der Erde geſehen, wie die wahren Durchmeſſer verhalten müſſen, ſo findet man das Verhältniß der wahren Durchmeſſer der Erde und des Mondes = 1° 54′ 6″ : 31′ 9″ = 6846 : 1869 = 1 : 0,2716; mithin iſt der wahre Durchmeſſer des Mondes etwa 0,2716 vom Erdhalbmeſſer, und es iſt daher der wahre Durchmeſſer der Erde etwa $3\frac{2}{3}$ Mahl, ihre Oberfläche 14 Mahl und der körperliche Raum 50 Mahl größer, als der Mond.

Nach la Place Beſtimmung (M. ſ. **Fluth.** Th. II. S. 554.) beträgt die Maſſe des Mondes ſehr nahe $\frac{1}{58,7}$ von der Erde, und ſeine Dichtigkeit 0,8401, wenn die mittlere Dichte der Erde zur Einheit angenommen wird.

Daß der Mond ein für ſich dunkler Körper ſey, welcher ſeine Erleuchtung von der Sonne erhält, beweiſen nicht allein ſeine verſchiedenen Lichtgeſtalten (M. ſ. **Mondphaſen**), ſondern auch die Sonnen- und Mondfinſterniſſe.

M.

*) Mémoir. ſur la parallaxe de la lune; in den mémoir. de Paris 1752. 1753. 1756.

M. ſ. **Finſterniſſe.** Die dunkeln Flecken, welche man auf dem Monde wahrnimmt, laſſen ſich als Schatten von höhern Gegenden betrachten. Ueberhaupt iſt es wahrſcheinlich, daß der Mond ein unſerer Erde ähnlicher Körper ſey. Auch haben ſchon dieſe Aehnlichkeit des Mondes mit unſerer Erde unter den alten Weltweiſen **Anaxagoras** [α]), **Xenophanes** [β]) u. a. vermuthet. Die Meinungen derſelben hatte **Plutarch** [γ]) in einer eigenen Schrift geſammelt. Beſonders ſollen nach dem Zeugniſſe des **Plutarch** [δ]) die Pythagoräer den Mond als einen wirklichen Bewohnort für Menſchen und Thiere gehalten haben. **Fabricius** [ε]) und **Hevel** [ζ]) haben mehrere ſolche Meinungen der Alten angeführet. Auch **Huygens** [η]) und **von Fontenelle** [θ]) haben die Aehnlichkeit des Mondes mit unſerer Erde behauptet, und auf ſelbigem bewohnbare denkende Weſen angenommen. Daß aber dieſe Aehnlichkeit ſo weit gehe, wie ſich **Wilkins** [ι]) und der Herr **von Wolf** [κ]) vorgeſtellet haben, iſt nicht wahrſcheinlich, und ſelbſt durch die Beobachtungen der neuern Aſtronomen ſo gut als widerleget. So beweiſet der Herr **la Place**, daß die Horizontalrefraktion auf der Oberfläche der Erde zum wenigſten tauſend Mahl größer, als die auf der Oberfläche des Mondes ſey. Es ſey daher die Atmoſphäre des Mondes äußerſt dünn, und in dieſer Eigenſchaft dem luftleeren Raume, den wir durch unſere beſten Luftpumpen hervorbringen könnten, überlegen. Daraus

α) *Macrobii* ſomnium Scipion. I. 11.
β) *Cicero.* Academic. quaeſtion. IV. 39.
γ) De facie, quae in orbe lunae apparet.
δ) De placitis philoſophorum. II. 30.
ε) Biblioth. graeca Tom. I. c. 20.
ζ) Selenographia p. 109. ſq.
η) Coſmotheorus ſ. de terris caeleſtibus. Hag. Com. 1698. 4.
θ) Entretiens ſur la pluralité des mondes. Paris 1686. 12. Geſpräche über die Mehrheiten der Welten mit Anmerk. und Kupfert. von J. E. Bode. Berlin 1780. 8.
ι) A diſcourſe of a new World. 1638. und diſc. concerning a new planet 1740. zuſammen verdeutſcht von Doppelmayer: vertheidigter Copernicus. Leipzig 1713. 4.
κ) Anfangsgründe der Aſtronomie.

aus müßten wir den Schluß ziehen, daß kein Thier der Erde auf dem Monde leben und athmen könnte, und daß, wenn er bewohnt ſey, er es nur durch Thiere von anderer Art ſeyn könne. Die Flüſſigkeiten, welche durch eine ſo dünne Atmoſphäre nur wenig zuſammengedrückt wären, würden ſich bald in Dünſte auflöſen; man habe alſo Grund zu glauben, daß auf der Oberfläche des Mondes alles feſt ſey, und dieß ſcheine durch die Beobachtungen desſelben vermittelſt großer Teleſkope, welche ihn uns als eine trockene Maſſe zeigten, auf welcher man die Wirkungen, und ſogar die Auswürfe von Vulkanen zu bemerken glaubte, beſtätiget zu werden. Die beſten Aufſchlüſſe in dieſer Sache haben vorzüglich die vortrefflichſten Beobachtungen des Herrn Oberamtmanns **Schröter** in Lilienthal, welcher die Kenntniß des Mondes ſo ungemein erweitert hat, gegeben *). Dieſer hat auf der Mondfläche keinen Ocean, noch ſolche beträchtliche Meere, als auf unſerer Erde, wahrgenommen. Vielmehr iſt die ganze Oberfläche gebirgig und ungleich. Selbſt die ausgedehnten grauen Flecken, welche man mit bloßen Augen ſiehet, und welche die ältern Aſtronomen für Meere hielten, ſind aus eben den mannigfaltigen Erhöhungen und Vertiefungen, wie die hellern Gegenden zuſammengeſetzet, und es finden ſich nicht ein Mahl darin ſolche Ebenen, wie die großen Heiden und Waldungen der Erdfläche ſind. Auch bemerket man keine Spur von Flüſſen, und aus Licht und Schatten in den Vertiefungen zeiget ſich, daß die Maſſe des Mondes nicht ſo mit Waſſer durchdrungen ſeyn könne, wie unſere Erde. Jedoch läugnet Herr **Schröter** nicht alle Flüſſigkeit im Monde.

M. ſ. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 368 u. f. §. 418 u. f. **Käſtner** Anfangsgründe der Aſtrono-

*) Solenotopographiſche Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondflächen, ihrer erlittenen Veränderung und Atmoſphäre von Joh. Hierony. Schröter. Lilienthal auf Koſten des Verfaſſers. 1791. gr. 4. mit 48 Kupfern.

Aſtronomie §. 172 u. f. **La Place** Darſtellung des Weltſyſtems a. d. Franz. Th. I. S. 40 u. ſ.

Monden der Planeten ſ. **Nebenplaneten.**

Mondenjahr ſ. **Jahr.**

Mondfinſterniſſe ſ. **Finſterniſſe.**

Mondflecken (maculae lunares, taches de la lune) ſind die dunkeln Flecken, welche man in der Mondſcheibe gewahr wird. Schon mit bloßen Augen erkennt man dergleichen größere, mit Hülfe der Fernröhre aber erſcheinen weit mehrere, indem die Mondſcheibe überall mit vielen Ungleichheiten von Erhöhungen und Vertiefungen beſtreuet zu ſeyn ſcheinet. Die größern dunkeln Flecken zeigen ſich, wenn ſie von der Grenzlinie der Erleuchtung durchſchnitten werden, allezeit glatt, und ohne höckrige oder hervorragende Theile. Es ſcheinen alſo dieſe Ebenen zu ſeyn, welche das Sonnenlicht nicht ſo lebhaft als die übrigen Theile des Mondes zurückwerfen, ob ſie gleich auch darin Streifen und hier und da Vertiefungen zeigen. Weil nun das Waſſer das Licht durchläßt, verſchluckt, und es zum Theil zerſtreuet, wenn es ſelbiges gebrochen zurückwirft, ſo hat man auch dieſe dunkeln Theile für Waſſer gehalten, und ſie als Meere angeſehen. Allein neuere Beobachtungen haben gelehret, daß dieſer Schluß nicht richtig geweſen iſt, indem ſchon **Huygens** *) mit vollkommenern Fernröhren Vertiefungen in dieſen Flecken wahrgenommen hat, welche ſich mit der Oberfläche des Waſſers auf keine Weiſe vereinbaren laſſen, und daher Meere im Monde gänzlich läugnet. Noch mehr aber iſt die Meinung derjenigen, welche dieſe Flecke im Monde für wirkliche Meere halten, durch die ſorgfältigſten Beobachtungen des Herrn **Schröters** widerleget worden. M. ſ. **Mond.** Viele in den hellern Theilen zerſtreuete einzelne Flecken erſcheinen als runde Gruben mit einem dunkeln oder hellern Grunde, und ſind auch oft mit einem Walle eingefaßt. Durch das Sternrohr zeigt ſich die Grenze der Erleuchtung in dieſen hellern Gegenden jederzeit

*) Coſmotheorus ſ. de terris caeleſtibus. Hag. Com. 1698. 4. p. 114.

zeit höckrig und auf verſchiedene Art gebogen. Auch bemerket man helle Tüpfelchen, welche noch über dieſe Grenze hinaus im dunkeln Theile des Mondes liegen, und um welche herum alles noch dunkel iſt; ſolche helle Tüpfelchen zeigen ſich auch in und um die Flecken. Alles dieß zeigt alſo offenbar Unebenheiten oder Höhen und Tiefen, Berge und Thäler, an, die ſich allenthalben in der Mondfläche durch gute Fernröhre entdecken laſſen.

Zur Zeit des Vollmondes wird die uns ſichtbare Mondshalbkugel von dem Sonnenlichte ſenkrecht, im zu- oder abnehmenden Lichte aber unter ſchiefen Winkeln erleuchtet; daher verſchwinden im erſten Stande alle Schatten, welche ſich von den Erhöhungen oder Bergen der Sonne gerade gegenüber oder innerhalb der Vertiefungen an der der Sonne zugewendeten Seite in allen übrigen Stellungen des Mondes zeigen. Dadurch wird alſo verurſachet, daß die Mondflecken im Vollmonde ganz anders als in den übrigen Phaſen erſcheinen. Der Vollmond zeigt alſo nur die **beſtändigen** Flecke, dahingegen in den übrigen Phaſen auch **veränderliche** oder Schatten geſehen werden.

Der rauhen Beſchaffenheit des Mondes wird es zugeſchrieben, daß er uns ſo ſtark leuchtet, welches ſchon **Plutarch** bemerket hat. Eine jede Stelle von der Mondfläche ſendet nämlich das Licht nach ſehr vierlerley Seiten zurück. Hätte der Mond eine kugelrunde glatte Fläche, ſo ſtellte er einen erhabenen Spiegel vor, auf welchem ſich die Sonne abbildete, und ihr Bild würde nach einer Berechnung des Herrn **Käſtner** [α]) auf dem beynahe vollen Monde eine ſcheinbare Größe von etwa 4 Sekunden haben.

Hevel [β]) und **Riccioli** [γ]) haben den vorzüglichſten Mondflecken Nahmen gegeben, welche jener von den Ländern, Meeren und Bergen unſerer Erde, dieſer aber von den berühmteſten Aſtronomen und Naturforſchern hergenommen hat.

α) Nov. commentat. ſocietat. Goetting. 1777. p. 114.
β) Selenographia. Dantiſci. 1647. fol.
γ) Almageſtum nouum. Bonon. 1651. fol.

hat. Der leztern Methode ſind nachher alle Aſtronomen gefolget. Beyderley Benennungen findet man verglichen beym Roſt α) und P. Hell β).

Herr Schröter fand im Ganzen genommen im Monde eben ſolche landſchaftliche Schattirungen und Abwechſelungen von Bergen, Thälern, Ebenen, uranfänglichen und aufgeſezten Gebirgen, wie auf unſerer Erde, nur mit beträchtlichem Unterſchiede. Er wendete gewöhnlich Vergrößerungen von 161 und 210 an, deren leztere Flächen von 4000 pariſ. Fuß im Durchmeſſer ihrer Geſtalt nach unterſcheiden ließ. Mit einer 636 mahligen konnte er in dieſen Flächen wiederum noch kleinere unterſcheiden. Ueberhaupt beobachtete er eine jede als eine beſondere Landſchaft zu der Zeit, da ſie nicht weit von der Lichtgrenze ſtand, und durch die Kenntlichkeit der Schatten ein deutliches Bild zuwege brachte.

Herr Schröter nahm wahr, daß einige helle Flecken, wie Cleomedes, Endymion, Schickard, Grimaldi, ſo wie einige kleinere Flächentheile bald im gewöhnlichen weißen Lichte, bald als dunkle Flecken mit etwas veränderter Geſtalt erſcheinen, da doch andere Flecken beſtändig ihre helle Farbe behalten. Er erkläret dieß aus den Winkeln der Erleuchtungs- und Geſichtsſtrahlen, und vergleichet es mit den Erſcheinungen einer gebirgigen Landſchaft, welche man aus einem gewiſſen Standpunkte vom Sonnenaufgange bis zum Untergange betrachtet.

Was die Höhen der Berge im Monde betrifft, ſo müſſen einige davon ſehr anſehnlich ſeyn. Hevel γ) hat gefunden, daß es im Monde Berge gibt, deren Spitzen ſchon von der Sonne erleuchtet werden, wenn ſie auch noch um den 13ten Theil vom Halbmeſſer des Mondes von der im erſten und letzten Viertel mitten übern Mond gehenden Grenzlinie des lichten und dunkeln Theils entfernet liegen. Es ſey (fig. 117.) o der Mittelpunkt des Mondes, bae ein Theil

α) Aſtronom. Handbuch. Nürnb. 1718. 4. Th. III. Cap. 12.
β) Ephemerid. Vienn. bey Erklärung der beygefügten Mondkarte.
γ) Selenograph. cap. 8. p. 266.

Theil von deſſen Oberfläche, a d ein Sonnenſtrahl, welcher die Oberfläche des Mondes in den Vierteln in a berühret, und die Spitze des Berges d trifft; a b die helle, und a e die dunkele Seite des Mondes. a d iſt nach den Beobachtungen $\frac{1}{13}$ von a o = 0,07692; dieß iſt die Tangente von a o d, deren Secante o d nach den Tafeln = 1,00295; wird hiervon der Radius = 1 abgezogen, ſo bleibt e d = 0,00295 = $\frac{1}{338}$ Theil von o e übrig. Weil nun der Halbmeſſer des Mondes = $\frac{3}{11}$ von dem Halbmeſſer der Erde = 235 Meilen iſt, ſo beträgt die Höhe e d des Berges etwas über $\frac{2}{3}$ einer geographiſchen Meile. Dieſe Methode, die Höhen der Mondsberge zu finden, ſcheinet Herrn **Schröter** zu unſicher und zu eingeſchränkt zu ſeyn, er ſucht vielmehr die Höhe des Berges aus der Sonnenhöhe über der Stelle des Mondes, wo ſich der Berg befindet, und der Länge ſeines Schattens. Die Sonnenhöhe findet man aus dem Winkelabſtande des Mondes von der Sonne und des Berges Entfernung von der Lichtgrenze. Es dienet auch dieſe Methode, die ſenkrechten Tiefen der Einſenkungen auf dem Monde zu meſſen, ob ſie gleich ein geübtes und ſcharfes Geſicht, und vorzüglich gute ſtarke lichthelle Fernröhre erfordert. Herr **Schröter** maß die hohen Berge am ſüdlichen Rande des Mondes bey Kircher und Grünberger, welche er Leibnitz und Dörfel nennt, verſchiedene Mahl, und fand ſie 25000 par. Fuß hoch, da der Chimboraço auf unſerer Erde noch nicht 20000 Fuß beträgt. Setzt man nun, daß der Mondsdurchmeſſer etwa $\frac{3}{11}$ des Erdhalbmeſſers ausmacht, ſo ergibt ſich, daß die Mondgebirge über $4\frac{1}{2}$ Mahl höher ſind, als die höchſten Berge auf unſerer Erde in Vergleichung beider Weltkörper gegen einander.

Die Bergketten im Monde ſind eben ſo, wie bey uns, mit auslaufenden Zweigen verbunden; nur ſind die Kerne, von welchen die Zweige ausgehen, nicht die höchſten Berge oder die höchſten Rücken des Landes. Die Zweige erſtrecken ſich oft in ſehr tief eingeſenkten Flächen fort. Herr **Schröter** hat beſonders genaue Beobachtungen über die ſogenann-

ten einförmigen Einſenkungen oder Wallgebirge von 30 deutſchen Meilen bis zu einer halben Viertelmeile im Durchmeſſer, angeſtellt, welche ſich bloß mit eingetieften mannigmahl zum Theil wieder ausgefüllten Cratern vergleichen laſſen. Die tiefſte nicht weit vom nordweſtlichen Mondrande über dem mare Criſium und dem Cleomedes gelegene, welche Herr **Schröter** Bernoulli nennt, hat $3\frac{1}{2}$ deutſche Meile im Durchmeſſer und über 3000 Toiſen Tiefe, daß dieſe Crater mit den Ringgebirgen, welche ſie umgeben, durch einerley Kraft von innen heraus entſtanden ſind, lehret ſchon der Augenſchein; Herr **Schröter** hat auch ſogar durch Experimente mit Modellen auf der Wagſchale gezeiget, daß die Ringgebirge hinreichen, den Crater auszufüllen, daß folglich der Ring eben die Maſſe iſt, welche vorher den Raum des Beckens einnahm. Daraus läßt ſich faſt mit Gewißheit behaupten, daß ſie nicht durch Einſturz, ſondern durch Eruption entſtanden ſind. Bey den großen Mondcratern ſcheint der ganze Wall auf ein Mahl hervorgebracht zu ſeyn; bey den kleinen aber, welche zum Theil auf jene aufgeſetzet ſind, läßt ſich ſehr wahrſcheinlich vermuthen, daß ſie allmählig, wie bey unſern Vulkanen, über einander aufgethürmet ſind. Aehnliche Vermuthungen über die Entſtehung der meiſten Mondberge haben ſchon D. **Hook** [α], **Lichtenberg** [β]) und **Aepinus** [γ]) gehabt.

Herr **Schröter** leitet die zuſammenhängenden Bergſtrecken, -Ketten und Zweige von einer bloßen Aufſchwellung oder von einer nicht völlig vollführten Eruption der Mondrinde her, die Crater und Wallgebirge hingegen von wirklichen Ausbrüchen, wo die elaſtiſche Flüſſigkeit die aufgeberſtete Maſſe rings um vor ſich wegwarf. Ein Theil von dem Auswurfe ſcheint geſchmolzen geweſen zu ſeyn, und die Crater, welche jetzt Wallebenen ausmachen, damit angefüllt

α) Micrograph. 1665.
β) Göttingiſches Magazin von Lichtenberg und Forſter. 1781. 1tes St.
γ) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. I. St. 4. S. 155.

gefüllt zu haben. Von Lavaſtrömen zeigen ſich aber keine Spuren; nur ſcheint ein Theil der geſchmolzenen ausgeworfenen Maſſe an dem Flecken Euler weggefloſſen zu ſeyn, und überhaupt ſcheint ſich der ſeltſame Farbenwechſel nicht erklären zu laſſen, welcher ſich auf dem Monde zeigt, wenn man nicht auf ſelbigem ſpiegelnde Maſſe annimmt. Die kleinen Erhabenheiten oder Centralgebirge ſcheinen bloß Verſuche der elaſtiſchen Flüſſigkeit zu ſeyn, mehr Maſſe aufzuwerfen; auch finden ſich zuweilen in den großen Cratern kleinere. Weniger geſtörte Gegenden ſcheinen die großen grauen Flecke zu ſeyn, wo eine Vegetation Statt findet, indem ſelbſt die großen Wallebenen da, wo wieder neue Ausbrüche erfolget ſind, von neuem glänzen. Ueberhaupt finden in einzelnen Mondländern merkwürdige Veränderungen, welche daſelbſt wahrgenommen werden, Statt. So entdeckte Herr **Schröter** am 27ten Aug. 1788 einen 1½ Meile weiten Crater am Hevel, welcher am 24. Octob. 1787 noch nicht da geweſen war. Ferner erſchien ihm ein Berg im mare Criſium, welchen er längſt als länglich gekannt, und am 2ten Novemb. 1788, ſo gezeichnet, auch noch am 14ten Novemb. ſo geſehen hatte, plötzlich am 15ten rund über die graue Fläche erhoben mit merklichem Schatten und mit einer deutlichen ¾ Meilen im Durchmeſſer haltenden craterähnlichen Vertiefung auf der Oberfläche verſehen. Am 2ten Decemb. hingegen fand er ihn eben ſo länglich wieder, wie zuvor, und mit einem ſchwarzdunkeln Schatten begleitet, deſſen Richtung aber nicht, wie es eigentlich hätte ſeyn ſollen, auf der Linie durch die Hörner des Mondes ſenkrecht ſtand. Dieſe Veränderungen, die ſich weder durch die Umwandlung der Oberfläche ſelbſt noch durch Zurückwerfung des Sonnen- oder Erdenlichtes erklären laſſen, rühren allem Vermuthen nach von der veränderlichen Atmoſphäre des Mondes her.

Herr **Herſchel** entdeckte am 4ten May 1783 durch ſein Teleſkop im dunkeln Theile des Mondes einen leuchtenden Punkt, welchen er für einen wirklichbrennenden Vulkan

 hielt.

hielt. Vierzehn Tage darauf nahm er an eben der nämlichen Stelle innerhalb des Berges Ariſtarchus zwey kleine kegelförmige Berge nahe an einem dritten, den er ſchon beobachtet hatte, gewahr. Aus dieſen ſchien ihm Lava auszuſtrömen. Herr **Bode**, welcher dieß im Jahrbuche für 1788 erzählet, füget noch hinzu, daß ein ungenannter Beobachter ſchon am 16ten März 1783 mit einem 5 füßigen Fernrohre Funken am hellen öſtlichen Mondrande entdecket habe, welche hinter der erleuchteten Scheibe wie Sterne von 6ter oder 7ter Größe ſchnell und in gerader Richtung hervorſchoßen, und in einem gegen Oſten geneigten Bogen auf den Mond wieder herabfielen. In eben der Gegend beobachtete Herr **Herſchel** am 19ten Apr. 1787 zur Zeit des neuen Lichtes drey helle Punkte, welche er ſelbſt beym nachfolgenden neuen Lichte wieder fand. Dieſe drey Punkte, welche auch der Graf **von Brühl** zu London am 19ten und 20. May ſelbſt beobachtet hatte, zeigten ſich röthlich wie glühende Kohle. Ferner gibt Herr **de la Lande** *) eine Nachricht, daß Herr **Nouet** am 13ten May 1788 auf der Sternwarte zu Paris einen Punkt wie einen Stern von 6ter Größe am nordöſtlichen Theile des Mondes gegen den Flecken Helikon zu geſehen, und auch anderen Aſtronomen gezeiget habe. Eben dieſelbe Erſcheinung nahm der Herr **von Zach** zu Gotha am 9ten und 10 April 1788 auf der dunkeln Mondſcheibe gewahr; der Punkt war etwas länglich, etwa 5″ im Durchmeſſer und röthlich ſchimmernd, ſo wie man den Planet Mars mit bloßen Augen ſieht. Auch Herr **Bode** hat die nämliche Erſcheinung an dieſem Tage geſehen. Noch mehr dergleichen Veränderungen auf der Mondfläche, welche beſonders Herr **Herſchel** beobachtet hat, findet man in dem berlin. aſtronomiſchen Jahrbuche für 1789. Man hat alle dieſe Phänomene für wirkliche Vulkane gehalten; allein Herr **Bode** hat in dem Jahrbuche für 1792 dieſe Meinung mit ſtarken Gründen beſtritten, und ſie vielmehr vom zurückgeworfenen Erdenlichte herzuleiten

*) Journal de Paris 1788. no. 79.

zuleiten geſuchet. Auch Herrn **Schröter** ſcheinen dieſe Phänomene mehr von Stellen, welche das Erdenlicht ſtärker reflektiren, oder von atmoſphäriſchen Urſachen, herzurühren.

Aehnliche Erſcheinungen haben verſchiedene Beobachter bey Sonnenfinſterniſſen wahrgenommen. So entdeckte am 21. May 1706 bey einer totalen Sonnenfinſterniß in der Oberlauſitz, **Liefmann**, ein Arzt zu Budiſſin, nebſt andern Zuſchauern in der dunkeln Mondſcheibe drey blitzende Stellen. Er ſchloß daraus, daß der Mond durchlöchert ſey *). Auch **Halley** ʃ) und **Louville** ſcheinen bey der Sonnenfinſterniß am 3ten May 1715 etwas ähnliches geſehen zu haben. Dieſe erklärten es für Blitze in der Atmoſphäre des Mondes. Am merkwürdigſten iſt aber die Beobachtung dieſer Art, welche **Don Ulloa** gemacht hat, und welche bereits unter dem Artikel, **Finſterniſſe** (Th. II. S. 462.) erzählet iſt. Vielleicht laſſen ſich dieſe Erſcheinungen auf ähnliche Art, wie jene lichten Punkte, erklären. Nur Schade, daß ſo wenige totale Sonnenfinſterniſſe ſich ereignen, um dieſerwegen häufigere Beobachtungen anſtellen zu können.

M. ſ. *Hevelii* ſelenographia. Dantiſci. 1647. fol. **Käſtners** Anfangsgründe der Aſtronomie §. 181 f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 420 f. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. III — V. an verſchiedenen Stellen. Selenotopographiſche Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondfläche, ihrer erlittenen Veränderung und Atmoſphäre von **Joh. Hierony. Schröter.** Lilienthal, auf Koſten des Verfaſſers. 1791. gr. 4. mit 43 Kupfert.

Mondkarten (tabulae ſelenographicae, tables ſelenographiques) ſind Abbildungen der Mondſcheibe nebſt den Flecken, welche man auf ſelbiger beobachtet. Eine

*) Breslauiſche miſcellanea vom Jahre 1706. auch gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 1. S. 189.

ʃ) Philoſoph. transact. n. 343.

ſolche Karte kann entweder die Scheibe des vollen Lichtes, mithin die beſtändigen Flecken ohne Schatten abbilden, oder ſie kann die verſchiedenen Phaſen, folglich auch die Schatten der Flecken an den Erleuchtungsgrenzen vorſtellen.

Galilei entwarf ſchon eine Abbildung der Mondſcheibe, und fügte ſie im Jahre 1710 ſeinem nuncio ſidereo bey; allein ſie iſt noch ſehr unvollkommen. **Hevel** in Danzig hat den Mond mit beſonderm Fleiße an die 8 Jahre beobachtet, wodurch das im Jahre 1647 herausgegebene Werk, das er **Selenographie** nennt, entſtand, und welches die erſten genauen Mondkarten ſowohl für das volle Licht, als auch für die Phaſen enthält. Auch hat er bey der Vorausſetzung, daß die dunkeln Flecken Waſſer, die hellen aber Land ſind, eine den Landkarten der Erde ähnliche Abbildung vom Monde mitgetheilet. Zu eben der Zeit hatte auch **Grimaldi** zu Rom Abzeichnungen der Mondflecke veranſtaltet, aus welchen **Riccioli** *) eine Mondkarte mitgetheilet hat, bey welcher er die Berge mit den Nahmen berühmter Aſtronomen und Naturforſcher beleget, den dunkeln Flecken oder Meeren aber willkührliche Benennungen gibt. **Doppelmayer** hat auf dem 11ten Blatt ſeiner Himmelskarten den Mond nach **Hevel** und **Riccioli** abgebildet. Die erſtere Abbildung ſtellt eigentlich vor, wie die Flecken im Vollmonde, und dieſe, wie ſie im zu- und abnehmenden Lichte ſich zeigen.

Weil die Abzeichnungen der Mondſcheibe dieſer beiden Aſtronomen für den neuern Zuſtand der Aſtronomie nicht mehr zureichend waren, ſo gab ſich der göttingiſche Aſtronom **Tobias Mayer** die Mühe, die Lagen der Flecken genauer zu beſtimmen. Der Aequator, die Pole und Meridiane des Mondes, welche wegen der Umdrehung deſſelben um ſeine Axe Statt finden, bringen auf einer durch den Mittelpunkt deſſelben gelegten Ebene von der Erde aus geſehen orthographiſche Projektionen zuwege, und wenn der ſcheinbare Ort der Flecken durch Mikrometer genau beſtimmt

*) Almageſt. nouum. Bonon. 1651. fol. P. I. L. IV. c. 7.

ſtimmt iſt, ſo läßt ſich auch die **ſelenographiſche Breite** und **Länge** deſſelben angeben, und ſein wahrer Ort auf der Mondkugel beſtimmen. **Mayers** Abſicht war, dieſe Beſtimmungen ſo viel als möglich zu vervollkommenen, und nach ſelbigen Mondkugeln zu verfertigen α). Was er hiervon ausgearbeitet hatte, und darunter zwey ſchönere und genauere Abzeichnungen des Mondes iſt von der Regierung zu Hannover zum Gebrauch des göttingiſchen Obſervatorii gekauft worden, und Herr **Lichtenberg** β) hat daraus eine kleinere Mondkarte mit einem Verzeichniſſe von den Längen und Breiten der vornehmſten Flecken herausgegeben.

Auch **Joh. Domin. Caſſini** hat aus ſeinen vieljährigen Beobachtungen mit einem 34 füßigen Fernrohre eine Mondkarte geliefert γ). Sie hat 19 pariſ. Zoll im Durchmeſſer, und iſt wie die mayerſche nach den Phaſen gezeichnet, iſt aber nicht ſo genau, als dieſe.

Kleinere Abbildungen der Mondſcheibe findet man beym **Roſt** δ) und **Bode** ε).

Die Beſchreibung einzelner Theile der Mondfläche, welche bisher gänzlich gemangelt hat, iſt durch den unermüdeten Fleiß des Herrn **Schröters** erſetzet worden. Auch findet man in dieſer ſeiner Selenotopographie eine Copie der mayerſchen Generalkarte (Taf. V.). Den Maßſtab bey den Specialkarten hat Herr Schröter ſo feſtgeſetzet, daß 20 Raumſekunden der Mondfläche auf der Karte einen Raum von $\frac{1}{2}$ engliſchen Zoll einnehmen. Es beträgt alſo jede Decimallinie der Karte genau 4 Sekunden, d. i. $\frac{1}{474}$ des Monddurchmeſſers (dieſen nach **de la Lande** zu 31′ 19″ genommen), welches ungefähr 1 deutſche Meile ausmacht, den Mondsdurchmeſſer auf 470 Meilen gerechnet. Demnach begreift ein engliſcher Zoll auf dieſen Karten 10 deutſche Meilen, und die ganze Mondhalbkugel würde nach dieſem

α) Bericht von den Mondskugeln. Nürnberg 1750. 4.
β) *Tob. Mayeri* opera inedita. Vol. I. Goetting. 1775. 4 maj.
γ) Carte de la lune à Paris chez Dezauche ohne Jahrzahl.
δ) Atlas portatilis coeleſtis. Nürnb. 1724. 2te Aufl. 1743. 8.
ε) Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels.

ſem Maße 47 engl. Zoll oder beynahe 4 engl. Fuß im Durchmeſſer halten. Die Nahmen, welche **Riccioli** zur Bezeichnung der Berge gebrauchet hat, hat auch Herr Schröter beybehalten, und die merkwürdigſten Stellen, welche jener nicht bezeichnet hat, mit neuen Nahmen berühmter Aſtronomen und Naturforſcher beleget, die kleinern Gegenſtände aber bloß durch Buchſtaben unterſchieden. Der Specialatlas des Mondes beſteht aus 41 Karten außer der mayerſchen Generalkarte, und noch eine Karte enthält die Höhen der merkwürdigſten Ringgebirge, Centralgebirge und übrigen Bergſpitzen im Monde, ſo wie die Tiefen der vorzüglichſten Einſenkungen oder Crater. Auch ſind dieſer Tafel zur Vergleichung die Höhen einiger Erdgebirge beygefüget worden.

Mondphaſen, Mondgeſtalten, Lichtabwechſelungen des Mondes (Phaſes ſ. apparitiones lunae, phaſes de la lunae) heißen die verſchiedenen Geſtalten des lichten Theiles vom Monde, den wir zu verſchiedenen Zeiten auch verſchieden ſehen.

Wenn der Mond zwiſchen der Sonne und der Erde ſich befindet, oder mit der Sonne in Conjunktion iſt, ſo wendet er ſeine dunkele Halbkugel völlig gegen uns, und wir können ihn nicht ſehen. Dieß benennen wir mit **Neumond** (nouilunium, nouvelle lune). Bald hierauf entfernt er ſich wieder von der Sonne und ein Theil davon wird am Abendhorizonte gleich nach Untergang der Sonne ſichtbar. Am 4ten Tage nach dem Neumonde iſt er 45° von der Sonne entfernet, und erſcheinet **ſichelförmig** (luna falcata), ſo daß die erhabene Seite der Sonne zugekehret iſt. In jedem folgenden Tage entfernet er ſich immer mehr von der Sonne, indem er ſeinen Weg von Weſten gegen Oſten nimmt, da alsdann zugleich die helle Sichel immer breiter wird. Etwa nach 8 Tagen vom Anfange des Neumonds erſcheint er nach Untergang der Sonne von derſelben um 90 Grade entfernet, und als eine halbe ſichtbare Scheibe, welches wir das **erſte Viertel** (quadratura prima, premier

mier quartier) nennen. Von dieſer Zeit an wird er immer größer, und entfernt ſich noch weiter von der Sonne, bis etwa am 15ten Tage nach dem Neumonde, da er alsdann im vollen Lichte als eine ganz erleuchtete Scheibe geſehen wird, und der Sonne gerade gegen über ſtehet, welches wir mit dem Nahmen **Vollmond** (plenilunium, pleine lune) benennen. Zu dieſer Zeit geht der Mond auf, wenn die Sonne untergehet, und iſt die ganze Nacht ſichtbar. So lange der Mond vom Neumonde an bis zum Vollmonde in ſeinem lichten Theile wächſt, heißt er der **zunehmende Mond** (luna creſcens, lune croiſſant). Von dieſer Zeit an aber nimmt er in folgenden Tagen auf der Seite, welche nach dem Neumonde der Sonne zugekehret war, wieder ab, indem er ſich beſtändig der Sonne wieder nähert. Etwa ſieben Tage nach dem Vollmonde hat er ſich der Sonne bis auf 90 Grad genähert, und iſt auf der linken Seite halb erleuchtet, welches das **letzte Viertel** (quadratura ultima, denier quartier) genannt wird. In dieſer Geſtalt geht er gerade um Mitternacht auf. Hierauf wird er wieder ſichelförmig, zeigt ſich des Morgens vor Sonnenaufgang mit immer mehr abnehmendem Lichte, bis er etwa nach 29 Tagen vom Neumonde an abermahls zur Sonne zurückgekehret iſt. Von dem Neumonde an bis zur Rückkehr des Mondes zu der Sonne heißt der Mond der **abnehmende Mond** (luna decreſcens, décours). Die ganze Reihe dieſer Erſcheinungen heißt **Mondwechſel**. Auch haben der Neumond und das letzte Viertel den gemeinſchaftlichen Nahmen **Syzygien** erhalten.

Die periodiſche Zu- und Abnahme des Lichtes im Monde läßt ſich auf folgende Art ſehr leicht begreifen. Es ſey nämlich (fig. 118.) t die Erde, l der Mittelpunkt des Mondes und ſ der Mittelpunkt der Sonne; aus t und l ziehe man nach der Sonne ſ die geraden Linien tſ und lſ, ſo liegt das Dreyeck tlſ in der Ebene der Mondsbahn, welche der Mond in dem größten Kreiſe dbea ſchneidet. Es ſey ferner die Ebene hde auf lſ und die Ebene fhg

auf lt ſenkrecht, ſo iſt klar, daß beide Ebenen, folglich auch ihre Durchſchnittslinie hc auf der Ebene der Mondsbahn ſenkrecht ſind. Der Neigungswinkel beider Ebenen gegen einander iſt der Winkel dlf, deſſen Maß der Bogen df. Die Grenze der Halbkugel des Mondes, welche von der Sonne erleuchtet wird, iſt der größte Kreis dhe; fgh aber die Grenze der Halbkugel, welche aus der Erde geſehen werden kann. Folglich ſieht man auf der Erde ein Stück von der Oberfläche der Mondskugel, welches zwiſchen den beiden Halbkreiſen hdc und hfc liegt, wovon die äußerſte Grenze hfc wie ein Kreisbogen, hdc aber nach den Regeln der Perſpektiv wie eine Ellipſe ausſiehet. Je weiter ſich nun der Mond von der Sonne entfernet, deſto größer wird auch dieſes erleuchtete Stück auf der Mondskugel, und deſto mehr nähert ſich der Bogen hdc einer geraden Linie, und er wird völlig als eine gerade Linie erſcheinen, wenn de und tl zuſammenfällt, folglich die Ebene hdce durch das Auge des Beobachters auf der Ebene hindurchgehet, welches der Fall iſt, wenn der Mond im Geviertſcheine ſich befindet. Hieraus läßt ſich nun ferner beurtheilen, daß der Mond in ſeiner Erleuchtung noch mehr zunehmen müſſe, wenn er ſich von der Sonne noch weiter entfernet, und daß er im Gegenſcheine völlig als eine helle Scheibe glänze.

Die Größe des erleuchteten Theiles vom Monde richtet ſich nach dem Sinus verſus ſeines Abſtandes von der Sonne. Da nun dieſer täglich $13\frac{1}{6}°$ beträgt, ſo wird er alſo 4 Tage nach dem Neumonde $52\frac{2}{3}°$ ausmachen. Um folglich die Größe der Mondphaſe zu finden, nehme man in dem Kreiſe (fig. 119.) den Bogen ad = $52\frac{2}{3}°$, ſo wird db ſein Sinus und ab ſein Querſinus ſeyn. Dieſer Querſinus iſt nun die Breite des erleuchteten Theils. Wird hierauf durch die drey beſtimmten Punkte e, b und f die Ellipſe ebf verzeichnet, ſo iſt dieſe die Grenze der Erleuchtung, an welcher der dunkele Theil von dem hellen ſich ſcheidet, und der geſuchte ſichelförmige Theil iſt edafb, der dunkele aber ebfg.

Iſt

Iſt der Mond von der Sonne um 90° entfernet, ſo wird nun der Bogen ae ein Quadrant, mithin ſein Querſinus dem Halbmeſſer ac gleich, und die drey Punkte e, c, f fallen in eine gerade Linie, folglich wird die Erleuchtungsgrenze der Durchmeſſer ef, und der Mond iſt gerade zur Hälfte erleuchtet. Dieſe Phaſen, welche der Mond in Vierteln zeiget, nennt man **Dichotomie** (dichotomia, luna dichotoma). Eilf Tage nach dem Neumonde wird die Entfernung des Mondes von der Sonne 145° = ai, wovon der Querſinus ah iſt. Mithin geht nun die elliptiſche Erleuchtungsgrenze durch die drey Punkte e, h, f und der erleuchtete Theil des Mondes erhält die ovale Geſtalt faeh. Im Vollmonde wird endlich der Querſinus von 180° dem ganzen Durchmeſſer ag gleich, und der Mond glänzt als ein völliger Kreis. Alle dieſe Erſcheinungen kehren nach dem Vollmonde in umgekehrter Ordnung wieder, ſo wie der Mond ſich nach und nach der Sonne von Morgen gegen Abend wieder nähert.

Die elliptiſche Geſtalt der Erleuchtungsgrenze in verſchiedenen Phaſen des Mondes führt **Scipio Claramonti** *) als etwas Neuentdecktes an. Durch Fernröhre wird die Erleuchtungsgrenze, wo ſie nicht durch dunkele Mondflecke geht, höktig und auf vielerley Art gebogen geſehen, dahingegen der halbkreisförmige Mondrand ganz glatt abgeſchnitten erſcheinet. **Hevel** hat ſich die Mühe gegeben, 36 Mondphaſen von 10 zu 10 Grad Entfernung von der Sonne nach wirklichen Beobachtungen abzubilden, welche er alle mit eigenen Nahmen (luna prima, juuenis, adulta etc.) unterſcheidet.

Wenn der erleuchtete Theil des Mondes einige Tage vor und nach dem Neumonde betrachtet wird, ſo ſieht man oft auch durch bloße Augen den dunkeln Theil der Scheibe mit einem aſchfarbigen Lichte erleuchtet. Schon den Alten war dieß ſchwache Licht nicht unbekannt; ſie glaubten, es rühre theils vom eigenen Lichte des Mondes, theils aber auch

*) De phaſibus lunae in opuſc. var. Bonon. 1653.

auch von ſeiner Durchſichtigkeit her. **Tycho** leitet es von der Venus ab. **Möſtlin** *) hingegen lehrte zuerſt, daß dieſes ſchwache Licht von der Erleuchtung der Erde herrühre. Denn gerade zu der Zeit, da ein ſolcher kleiner Theil des Mondes auf unſerer Erde leuchtend erſcheinet, wird in dem Monde unſere Erde im vollen Lichte wahrgenommen. Folglich iſt ihr Licht für den Mond alsdann am ſtärkſten, und leuchtet mit einer 14 Mahl größern Fläche, als diejenige iſt, mit welcher der Mond uns leuchtet. Die erleuchtete Sichel des Mondes ſcheint uns hierbey einem größern Kreiſe zuzugehören, als der ſchwächer erleuchtete dunkele Theil.

Morgen, Morgengegend (oriens, plaga orientalis, orient, eſt) heißt diejenige Welt- oder Himmelsgegend, wo die Geſtirne aufzugehen ſcheinen. Hat der Beobachter ſein Geſicht gegen Mittag gerichtet, ſo iſt ihm dieſe Gegend zur Linken.

Morgen, Morgenzeit (mane, tempus matutinum, matin) iſt diejenige Zeit, da die Sonne aufgehet, die Stunden vor und nach dem Augenblicke des Aufganges mit begriffen.

Morgendämmerung ſ. **Dämmerung.**

Morgenpunkt, Oſtpunkt (oriens, orient, levant, eſt) iſt der Durchſchnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte an demjenigen Orte des Himmels, wo die Sterne aufgehen. Dieſer Punkt wird von den Schiffern **Oſten** genannt, und iſt einer von denjenigen Haupt- oder Cardinalpunkten, wodurch im Horizonte die Hauptgegenden beſtimmt werden. M. ſ. Weltgegenden. Von dieſem Punkte wird die ganze umliegende Gegend des Himmels **Morgengegend** genannt, und man ſagt von demjenigen, was in dieſer Gegend ſich ereignet, es **geſchehe gegen Morgen.** Die Sonne geht an den Tagen der Nachtgleichen in dieſem Morgenpunkte auf, an den andern Tagen hingegen fällt ihr Aufgangungspunkt im Horizonte von dieſem wahren Morgenpunkte im Sommer mehr gegen Mitternacht,

*) *Kepler* Aſtron. pars optica; in Paralipom. ad Vitellionem p. 254.

nacht, im Winter aber mehr gegen Mittag. Dieſer Aufgangungspunkt iſt am längſten und kürzeſten Tage von dem wahren Morgenpunkte am weiteſten entfernet. Man findet dieſe größte Entfernung eben ſo wie die Morgenweite der Sonne für den längſten und kürzeſten Tag; ſie beträgt für Jena 39° 17′ 42″.

Morgenröthe ſ. **Abendröthe.**

Morgenſtern (phoſphorus, lucifer). Dieſer Nahme wird dem Planeten Venus beygeleget, wenn die Länge der Sonne größer als die Länge dieſes Planeten, mithin ſelbiger am Morgenhorizonte ſichtbar iſt. M. ſ. **Venus.**

Morgenweite (amplitudo ortiua, amplitude ortiue ou orientale) heißt die Entfernung desjenigen Punktes, in welchem ein Geſtirn aufgehet, vom wahren Morgenpunkte. Dieſe iſt alle Mahl ein Bogen des Horizontes und heißt **nördlich**, wenn der Aufgangungspunkt des Geſtirnes vom wahren Morgenpunkte gegen Mitternacht, **ſüdlich** aber, wenn er gegen Mittag entfernet iſt. Alle Geſtirne in der nördlichen Halbkugel des Himmels haben nördliche, die in der ſüdlichen ſüdliche Morgenweite.

Man findet die Morgenweite der Geſtirne an jedem Orte der Erde aus der Abweichung und Polhöhe dieſes Ortes nach eben der Formel wie die Abendweite. M. ſ. **Abendweite.** Es gelten daher die Tafeln für die Abendweiten zugleich für die Morgenweiten, wobey jedoch für die Geſtirne, deren Abweichung ſich täglich ändert, diejenige Abweichung genommen werden muß, welche ſie im Augenblicke des Aufganges haben.

Muſiklehre, Akuſtik (acuſtice, acuſtique) heißt die Lehre vom Schall und Ton, die zugleich die mathematiſchen und phyſiſchen Gründe der Muſik in ſich begreift. Der Nahme Akuſtik iſt griechiſchen Urſprungs, und bedeutet ſo viel als Gehörlehre.

Die Erfindung von der mathematiſchen Muſiklehre wird dem **Pythagoras** zugeſchrieben, der nach der Erzählung des **Jamblichus** Accorde in dem Klange der Schmiedehämmer

hämmer bemerkt, und die Verhältniſſe derſelben nach dem Gewichte der Hämmer beſtimmt haben ſoll. Zugleich wird hinzugeſetzet, daß er die nämlichen Accorde erhalten habe, indem er Saiten durch angehangene Gewichte von gleicher Größe mit den Gewichten der Hämmer geſpannet hätte. Allein es iſt dieß irrig, weil die Verhältniſſe der Accorde nicht Verhältniſſe der Spannungen, ſondern vielmehr der Längen der Saiten ſind; auch verhalten ſich die angehangenen Gewichte, wenn ſie Saiten von gleicher Länge zu einem Accorde ſpannen ſollen, nicht wie jene Längen, ſondern verkehrt wie die Quadratzahlen derſelben.

Die alten theoretiſchen Muſiklehrer haben ſich in zwey Sekten getheilet, die **Pythagoräer** und **Ariſtoxenianer.** Erſtere ſahen auf die Zahlen, welche die Verhältniſſe der Accorde ausdrücken, hatten aber gewiſſe Sätze willkürlich angenommen, z. B. daß die Quarte über der Octave keinen Conſonanz gebe, weil ihr Verhältniß nicht einfach genug ſey. Die letztern hingegen verwarfen die Verhältniſſe gänzlich, glaubten alles aus der Empfindung abzuleiten, und rechneten alle Intervalle nach Tönen und halben Tönen, ohne weitere Rückſicht darauf zu nehmen, was ein Ton ſey, und ob nicht jedes Intervall eines ganzen oder halben Tones ſo groß, als das andere ſey.

Die älteſten Schriftſteller über die Muſik hat **Markus Meibom** α) herausgegeben. Des **Claudius Ptolomäus** Αρμονικῶν oder die drey Bücher der harmonicorum nebſt des **Porphyrius** Commentar und des **Manuels** von **Bryenne** drey Bücher der harmonicorum ſind von **Wallis** zu Oxford 1682. 4. ediret, und nachher in dem dritten Bande ſeiner Werke β) eingerückt worden.

Bürette γ) hat ſehr wahrſcheinlich dargethan, daß die Alten von der Harmonie, d. i. Zuſammenſtimmung mehrerer nach einander folgender Accorde nichts gewußt haben; die

α) Muſici veteres. 1652. II. Tom. in 4.
β) *Jo. Walliſii* opera mathematica. Oxon. 1699. III. Vol. fol.
γ) Hiſtoire de l'Académie des inſcriptions et belles lettres, an. 1716.

die neuern aber haben ſie anfänglich bloß nach Empfindung und Gehör behandelt. Nach und nach hat die Theorie der Muſik erſt feſte Grundſätze erhalten. Zu den Schriften über ſelbige, welche vorzüglich Beyfall erhalten haben, gehöret unter andern die des Herrn **Rameau** [α]). Nach den Grundſätzen des Herrn **Rameau** hat Herr **d'Alembert** im Jahre 1752 eine kurze Einleitung in die muſikaliſche Setzkunſt geſchrieben, welche Herr **Marpurg** [β]) ins Deutſche überſetzet hat. **Euler** [γ]) behandelt die Muſiklehre ganz mathematiſch, und hat zuerſt über die vorher bloß durch Proben und Erfahrung verbeſſerten Blasinſtrumente etwas gründliches gelehret. Neuere brauchbare Schriften für die Tonkünſtler haben **Kirnberger** [δ]), **Marpurg** [ε]) und **Sulzer** [ζ]) geliefert.

Experimentaluntersuchungen über den Klang elaſtiſcher Ringe und Scheiben findet man beym Herrn D. **Chladni** [η]). M. ſ. **Klang.**

Muſkeln (muſculi, muſcles) ſind die fleiſchigen Theile, durch welche die ſo mannigfaltigen Bewegungen des thieriſchen Körpers hervorgebracht werden. Sie beſtehen aus ſehr feinen Fäden, die in Faſern zuſammengefüget ſind, deren mehrere einen Bündel bilden, und aus mehreren ſolchen Bündeln iſt endlich ein Muſkel zuſammengeſetzet. Im geſunden Zuſtande iſt die Farbe der Muſkeln dunkelroth; nur machen hiervon die Muſkelfaſern der Arterien und der Gedärme Ausnahmen, indem erſtere gelblich, und letztere faſt

α) Traité de l'harmonie à Paris 1722. 4.

β) D'Alemberts ſyſtematiſche Einleitung in die muſikaliſche Setzkunſt, nach den Lehrſätzen des Herrn Rameau Leipz. 1757.

γ) Tentamen nouae theoriae muſices. Petrop. 1739. 4.

δ) Die Kunſt des reinen Satzes in der Muſik. Berlin 1771. 4. ingl. die wahren Grundſätze zum Gebrauch der Harmonie, als ein Zuſatz zur Kunſt des reinen Satzes. 1773. auch die Abhandlung über die Stimmung des Claviers.

ε) Verſuch über die muſikaliſche Temperatur, nebſt einem Anhange über den rameau- und kirnbergeriſchen Grundbaß. Bresl. 1776. 8.

ζ) Allgemeine Theorie der ſchönen Künſte in alphabetiſcher Ordnung. Leipz. 1773. 8.

η) Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4.

faſt weiß ausſehen. Die rothe Farbe rühret von der Menge der Blutgefäße her, welche ſich in die Muſkeln verbreiten, und nebſt den einſaugenden Gefäßen und Nerven und dem Zellgewebe faſt die ganze Subſtanz der Muſkeln auszumachen ſcheinen. Durch die Menge von Nerven erhalten ſie einen hohen Grad von Empfindlichkeit.

Am Anfang und Ende der meiſten Muſkeln, beſonders ſolcher, die ſich an harte Theile, z. B. Knochen, feſtſetzen, ſieht man eine weiße, bey weitem dichtere und feſtere, aber ebenfalls aus Fäden zuſammengeſetzte Subſtanz, welche man die Flechſe oder Sehne nennt. Setzen ſich die Muſkelſaſern von beiden Seiten ſchräg an eine der Länge nach durch den Muſkel laufende Sehne, ſo nennt man den Muſkel **gefiedert**; ſetzen ſie ſich nur von der einen Seite ſchräg an ſo eine Sehne feſt, ſo heißt er **halbgefiedert**; verbreiten ſich die ſehnigen Faſern aber ſtrahlenförmig in den Muſkeln, ſo heißt er **ſtrahlicht**. Bey einigen langen Muſkeln findet man auch wohl in der Mitte ſehnige Querfaſern, die den Muſkel gleichſam in mehrere Theile abſondern.

Die Figur der Muſkeln iſt, wie ihre Größe und Dicke, ſehr verſchieden; die mehreſten haben eine länglich runde Geſtalt, einige aber ſind dreyeckig, andere viereckig u. ſ. f. Der mittlere Theil der Muſkeln iſt gewöhnlich der ſtärkſte und fleiſchigſte, und wird der **Bauch** genannt, die Enden aber ſind ſchlanker und härter, beſonders da, wo ſie ſich mit harten Theilen verbinden.

Obgleich dieſer Gegenſtand eigentlich mehr zur Phyſiologie und Naturgeſchichte gehöret, als zur Phyſik im eingeſchränktern Sinne, ſo wird es doch nicht undienlich ſeyn, nur Einiges von den erſtaunlichen Wirkungen der Muſkeln anzuführen, beſonders da der thieriſche Körper die Hauptquelle der Bewegung ausmacht. Man theilet die Bewegung des thieriſchen Körpers ein in **willkürliche**, **automatiſche** und **gemiſchte**. Beyſpiele von der automatiſchen Bewegung geben die des Herzens, des Magens, der Gedärme u. ſ. f. von der gemiſchten die des Athemhohlens u. ſ. f.

Alle

Alle dieſe Bewegungen erfolgen durch Zuſammenziehung der hierzu nöthigen Muſkeln, ſo daß der mittlere Theil oder der Bauch von jedem Muſkel ſich der Länge nach verkürzt, und dabey aufſchwillt, die beyden Enden aber eben dadurch einander näher gebracht werden. Dieſe Zuſammenziehung geſchiehet nach der Richtung, nach welcher ſich die Muſkelfaſern mit den Sehnen vereinigen; bey den meiſten Muſkeln geſchiehet ſie alſo in gerader Linie; bey den gefiederten nach der Diagonallinie, bey den halbgefiederten in einer ſchrägen Linie und bey den ſtrahlichten nach verſchiedenen Richtungen. Oft ziehen ſich vorzüglich gewiſſe einzelne Portionen eines Muſkels zuſammen, und dann folget die Bewegung nach der Richtung einer ſolchen einzelnen Portion. Bey der Zuſammenziehung eines oder mehrerer Muſkeln aber wird, wenn ſich die Enden eines jeden Muſkels nähern, der Theil (z. B. der Knochen), welcher der bewegliche iſt, und an den ſich das eine Ende des Muſkels feſtſetzet, demjenigen Theil (z. B. dem Knochen) genähert, welcher unbeweglich iſt, und an den das andere Ende des Muſkels anhängt. Wenn aber der vorhin bewegt geweſene Theil wieder in ſeine erſte Lage gebracht, oder auf eine entgegengeſetzte Art beweget werden ſoll, ſo läßt der zuſammengezogene Muſkel nach, oder erſchlafft, und ein ihm entgegengeſetzter, welchen man den Antagoniſten von jenem nennt, zieht ſich dann zuſammen. Soll endlich ein Theil ganz ruhen, ſo müſſen beide Arten von Muſkeln erſchlafft ſeyn.

Das Zuſammenziehen und Erſchlaffen der Muſkeln erfolget mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit, welches ſich daraus erkennen läßt, weil ſie in eben dem Augenblicke ihre Wirkung äußern, in welchem wir ſie in Bewegung geſetzt wiſſen wollen. Sehr auffallend zeiget ſich dieß bey dem ſchnellen Lauf und Flug mancher Thiere, beſonders aber bey der unbegreiflich ſchnellen Bewegung, welche die Zunge bey der geſchwinden Ausſprache verſchiedener Buchſtaben machen muß, z. B. bey der ſchnarrenden Ausſprache des Buchſtabens r. Wenn nach **Hallers** Verſuchen ein Menſch in

einer Minute eine Stelle von Virgils Aeneide herlieſet, in welcher 1500 Buchſtaben vorkommen, ſo erfordert dieß wenigſtens 1500 Zuſammenziehungen und eben ſo viel Erſchlaffungen in dieſer kurzen Zeit.

Eben ſo erſtaunenswürdig iſt die Stärke der Kraft, welche durchs Zuſammenziehen der Muſkeln hervorgebracht werden kann. Von dieſer Kraft, und von der Art und Weiſe, wie dabey die Knochen als Hebel durch die Muſkeln in Bewegung geſetzet werden, handelt die bekannte Schrift des **Borelli** *). Es gibt Menſchen, welche, wenn ſie beſonders von Jugend auf zu verhältnißmäßigen ſtarken Arbeiten ſich gewöhnet haben, im Stande ſind, nicht allein in aufgerichteter Stellung, ſondern auch ſelbſt mit eingebogenem Leibe und eingebogenen Knieen mehrere Centner zu tragen. Für den letztern Fall berechnet **Borelli**, daß die Knorpel und Muſkeln des Rückgrathes eine Gewalt von 25585 Pfunden ausüben müßten. Ueberhaupt aber läßt ſich eben wegen der verſchiedenen Stärke verſchiedener Perſonen im Tragen und Halten ſchwerer Laſten bey aufrechter Stellung des Körpers, wo die Knochen von oben herab gedrückt werden, keine beſtimmte Grenze für dieſe Kräfte feſtſetzen. Die Muſkeln, welche beym Beißen wirken, und die Kinnladen aneinander drücken, wiegen zuſammen kaum 2 Pfund, und können gleichwohl eine ungeheuere Wirkung hervorbringen. **Borelli** führet an, daß ein Menſch ein Gewicht von 160 Pfund mit den Zähnen habe aufheben können. Auch gibt es Menſchen, welche im Stande ſind, Pfirſchenkerne aufzubeißen, welche nach **Heiſter** ein Gewicht von 300 Pfund gebrauchen, um ſie zu zerdrücken. Auch gibt es Aequilibriſten, welche auf den Zähnen eine Leiter mit einem darauf ſtehenden Knaben tragen können u. ſ. f.

Erwäget man noch hierbey, daß die zugleich mit in Bewegung kommenden Knochen als Wurfhebel zu betrachten ſind,

*) *Jo. Alphonſi Borelli* de motu animalium. Journal 1680. 4 edit. cum *Jo. Bernoulli* meditat. de motu muſculorum. Lugd. Batav. 1710. 4.

ſind, wobey die Kraft eine ſehr geringe Entfernung vom Ruhepunkte, und eine ſchiefe Richtung, mithin ein ſehr geringes Moment hat, weßhalb die Kraft ſehr groß ſeyn muß, um nur einen geringen Widerſtand zu überwältigen, ſo wird man die Stärke der Muſkelkraft noch weit mehr bewundern. Es ſey nach **Muſſchenbroek** *) (fig. 120.) aeh ein ausgeſtreckter Arm eines Menſchen, welcher an den Fingern bey h eine Laſt p von 20 Pfund erhält. Wird nun in der Achſel bey c der Ruhepunkt angenommen, ſo iſt des Muſkels (deltoides), welcher den Arm ausdehnet, Richtung edf, und die Entfernung der Kraft von dem Ruhepunkte c die auf edf ſenkrechte Linie cd, die Entfernung der Laſt hingegen vom Ruhepunkte ch. **Muſſchenbroek** ſetzt im Durchſchnitt genommen $cd : ch = 3 : 100 = 1 : 33\frac{1}{3}$, daher für $cd = 1$ das Moment der Laſt $p = 20 \times 33\frac{1}{3} = 666$ wird, und die Kraft des Muſkels edf, ob ſie gleich nur 20 Pfund trägt, gleichwohl 666 Pfund geſetzet werden muß.

Borelli nimmt an, daß der Arm ah aus mehreren Hebeln zuſammengeſetzet ſey, und berechnet die Kräfte aller bey deſſen Ausſtreckung mitwirkenden Muſkeln, ſelbſt derer in den Fingern. In Anſehung des Deltoides ſetzt er $cd : ch = 1 : 30$. Wäre daher $p = 9\frac{1}{2}$ Pfund, ſo würde die Kraft in $edf = 30 \times 9\frac{1}{2} = 285$ Pfund ſeyn müſſen. Da aber der Muſkel durch Zuſammenziehung wirkt, mithin die Hälfte ſeiner Kraft gegen f, wo er feſt iſt, wendet, ſo muß ſeine Kraft doppelt ſo groß, alſo 570 Pfund geſetzet werden. Hierzu kömmt nun noch das Gewicht des Armes = 7 Pfund, welches man im Schwerpunkte desſelben vereiniget, mithin deſſen Moment $= 7 \times 15 = 105$ Pfund annehmen kann, welches aber ebenfalls zu verdoppeln iſt, daß folglich die ganze nach edf wirkende Kraft = 780 Pfund wird. **Borelli** findet alle Kräfte der mitwirkenden Muſkeln 1990 Pfund, oder 209 Mahl größer, als das erhaltene Gewicht p. Man muß ſie aber noch größer annehmen, weil die Faſern

Uu 2 des

*) Introductio in philoſoph. natural. Tom. I. §. 432.

des Muſkels ſelbſt mit ſeinen flechſenartigen Enden ſchiefe Winkel, etwa von 8 bis 10° machen.

Wenn man die Kraft des einzigen Muſkels Deltoides genau prüfen will, ſo muß man annehmen, daß die Laſt bey g angebracht ſey, wie auch **Borelli**, **Sturm** *) und **Segner** β) verfahren. Setzt man hierbey cg = 3de, und den Winkel dea = 10°, ſo wird die Kraft des Muſkels = 3.coſec. 10°.p = 17 p (**Borelli** ſetzt cd:cg = 1:14, mithin dieſe Kraft = 14 p). Dieß iſt aber nur die Hälfte der ganzen Kraft, weil die andere Hälfte gegen den Punkt f, wo er feſt iſt, verwendet wird; es muß alſo die ganze Kraft auf 34 p (nach **Borelli** auf 28 p) geſchätzet werden. Wegen der Schiefe der Faſern gegen die flechſenartigen Enden des Muſkels muß noch dieſe Kraft mit dem Coſinus der Schiefe dividiret, oder mit der Sekante derſelben multipliciret werden, um die wahre Größe der wirkenden Kraft zu finden. Nimmt man die Schiefe der Faſern im Deltoides = 30°, wovon die Sekante = 1,15 iſt, ſo findet man die ganze Kraft des Zuſammenziehens des Muſkels = 34.1,15.p = 39 p (nach **Borelli** 32 p). Vermöge der Verſuche kann p = 55 ſeyn; es kann nämlich ein Menſch mit ausgeſtrecktem Arme am Gelenke des Elbogens g 50 Pfund tragen, wozu noch das Gewicht des Armes von 5 Pfund kömmt. Folglich iſt die ganze Kraft der Zuſammenziehung des Deltoides = 39.55 = 2145 Pfund (nach **Borelli** 1760 Pfund).

Dieſe Beyſpiele beweiſen, daß die Bewegung der Muſkeln einen ſehr großen Aufwand von Kraft erfordern. Es ſcheint aber hierbey der Schöpfer nicht ſowohl auf das Erſparniß der Kräfte, als vielmehr darauf geſehen zu haben, daß die Bewegungen ſchnell erfolgen ſollten, und daß die Muſkeln in den möglichſt kleinen Raum gebracht werden, und

*) Ephemerides natur. curioſ. Decur. II. An. III. p. 456. Ann. IV. append.

β) In Nieuwetyts Gebrauch der Weltbetrachtung aus d. Holländ. Jena 1747. 4. S. 104.

und ſich einander ſelbſt in ihren Verrichtungen nicht ſtören möchten. Sie ſetzen ſich immer ſehr nahe am Ruhepunkte des Hebels feſt, und ſind eben dadurch im Stande, die Glieder ſo ungemein ſchnell zu bewegen; auch bedürfen ſie eines geringen Grades von Anſchwellen, als ſelbſt erforderlich wäre, und als ohne den Körper in einen unförmlichen Klumpen zu verwandeln, und einander ſelbſt zu ſtören, Statt gehabt haben könnte. Wenn z. B. ein Pfund mit ausgeſtrecktem Arme durch eine Kraft von ¼ Pfund 2 Schuh hoch gehoben werden ſollte, ſo wäre eine Verkürzung des Muſkels um 8 Fuß nöthig geweſen; eine ſolche ungeheuere Größe aber würde den Körper höchſt unbehülflich und ſchwer gemacht haben. Ja die Laſten hätten alsdann nicht mit den äußerſten Enden des Körpers, welche die größte Entfernung vom Ruhepunkte haben, ergriffen werden können; vielmehr hätten ſich die Muſkeln vom Stamme aus bis an die äußerſten Enden erſtrecken, und die Glieder, womit die Laſten überwältiget werden ſollten, nahe an den Ruhepunkt angebracht werden müſſen. Allein die Natur hat ſehr weiſe einen Bau der Glieder am thieriſchen Körper gewählet, bey welchem durch eine ſehr geringe Verkürzung der Muſkeln, die man an der Geſtalt des Körpers kaum gewahr wird, Bewegungen der Glieder durch ſehr beträchtliche Räume hervorgebracht werden. Wenn daher der Deltoides um 2 Zoll verkürzet würde, ſo wird auch der Arm durch einen Halbkreis beweget, deſſen Halbmeſſer 3 Fuß iſt. Da nun dieſe Verkürzung in ſehr geringer Zeit geſchehen kann, ſo hängt hiervon die große Geſchwindigkeit ab, welche wir den Körpern durch den Wurf mittheilen können, und welche ganz verloren gehen würde, wenn die Natur eine andere Verbindung der Muſkeln mit den Knochen, als den Wurfhebel gewählet hätte. Indeſſen hat der Schöpfer auch dafür geſorget, daß die Wurfbewegung ſo viel erleichtert worden iſt, als es nach der Einrichtung des Ganzen nur immer möglich war. Deßwegen ſind dit Enden der Knochen dick und knotig, und ſtellen

Rollen vor, über welche die Muſkeln geführet ſind. Die meiſten Muſkeln ſind von außen mit einer ſehnigen Membran überzogen, und durch Zellgewebe zuſammengeheftet, um ſich bey den Bewegungen der Glieder nicht zu weit von den Knochen zu entfernen; lange Sehnen ſind beſonders in eigenen ſehr ſchlüpfrigen Scheiden eingeſchloſſen, um nicht ausweichen zu können, und immer gegen die Knochen angedrückt zu ſeyn; zwiſchen den Muſkeln iſt Fett und unter manchen ſtarken Sehnen ſind Schleimſäcke, um ſie ſchlüpfrig und biegſam zu erhalten. Endlich wird auch durch die Mitwirkung der benachbarten Muſkeln die Muſkelbewegung an ſich erleichtert, und zugleich in ihrer Richtung auf die mannigfaltigſte Art verändert, dergeſtalt, daß allerley Bewegungen hervorgebracht werden können, deren Entſtehung nur durch die Vereinigung von mehreren, in verſchiedener Richtung wirkenden, Kräften möglich war.

Von der Urſache der Bewegung der Muſkeln haben die Phyſiologen verſchiedene Meinungen gehabt, ſind aber noch nicht ſo glücklich geweſen, den wahren Grund von dieſem wichtigen Gegenſtande aufzufinden. Einige der vorzüglichſten Meinungen ſind folgende:

Schon **Galen** führet an, daß im Körper gar kein Princip der Bewegung liege, und daß überhaupt alle Bewegungen, ſowohl die automatiſchen als auch willkürlichen von der unmittelbaren Einwirkung der Seele herrühren. Dieſer Meinung waren auch **Swammerdam**, **Borelli**, **Perrault** u. a. zugethan; ſie erhielt aber erſt durch **Georg Ernſt Stahl** *) und ſeine Schüler mehr Anſehen, und iſt vorzüglich durch **Tabor**, **Mead** und **Whytt** in England, und durch **Sauvages** in Frankreich ausgebreitet worden. Nach dieſem animaſtiſchen Syſteme, nach welchem die Seele unmittelbar auf den Körper wirket, iſt es auch dieſe, welche den Körper bauet, beweget, und bey erfolgter Verletzung heilet. Sie regieret den Schlag des Herzens, und die Bewegungen der Eingeweide, ob ſie gleich ihr

*) De motu tonico. Halae 1685. p. 37. ſq.

ihr Bewußtſeyn hiervon durch lang wiederhohlte Gewohnheit verlieret. Sie läßt bey den Leidenſchaften und Gemüthsbewegungen das Herz heftiger ſchlagen, bey Schrecken und Furcht die Kräfte der Muſkeln abſpannen u. ſ. f. Man beruft ſich hierbey darauf, daß keine Maſchine gedenkbar ſey, welche dem vermehrten Widerſtande eine größere Kraft entgegenſetze. Ueberhaupt ſind nach dieſem Syſteme alle Verrichtungen des Körpers Wirkungen der Seele, welche auf Erhaltung des Körpers und Erſparung der Lebenskräfte abzwecken. Daß dabey kein deutliches Bewußtſeyn Statt finde, ſtreite gar nicht gegen die Möglichkeit der Sache, da man auch willkürliche Bewegungen ſehr oft ohne Bewußtſeyn verrichte, wie z. B. Gehen u. dergl.

Dieſer Meinung aber haben **Boerhave** und **Haller** wichtige Gründe entgegengeſetzet. Denn es ſtehet keineswegs in unſerer Gewalt, die automatiſchen Bewegungen des Herzens und der Gedärme willkürlich zu unterbrechen, und wieder zu erneuern; ja ſelbſt die Gemühtsbewegungen darauf hangen nicht von unſerer Willkür ab. Ueberdem gibt es viele Bewegungen des thieriſchen Körpers, welche demſelben mehr zerſtörend als heilſam ſind. Nur die willkürlichen Bewegungen ſind jederzeit unſerm Gebote unterworfen. Uebrigens iſt es gar nicht wahrſcheinlich, daß im thieriſchen Körper keine Kräfte liegen ſollten, welche die Bewegungen hervorbrächten, da man überhaupt, vorzüglich nach der dynamiſchen Lehre, jeder Materie urſprüngliche Kräfte beylegen muß, wenn man nicht auf geiſtige Einwirkung bey jeder Bewegung derſelben ſeine Zuflucht nehmen will. Dieſerwegen legt vielmehr **Haller** den Muſkeln eine Reizbarkeit bey. Er meint, bey den automatiſchen Bewegungen werde dieſer Reiz durch die Einwirkung der thieriſchen Oekonomie ſelbſt hervorgebracht, z. B. im Herzen durch das Blut, im Magen und Gedärmen durch Luft und Speiſen, in der Harnblaſe durch den Urin, in der Gallenblaſe durch die Galle u. ſ. f. Bey den willkürlichen Bewegungen aber gewöhnlich durch Nerven. Jedoch können auch Muſkeln,

welche ſonſt nur von dem Willen der Seele oder von der Wirkung der Nerven abhangen, durch den Reiz einer Schärfe u. dergl. wie bey Convulſionen, in unwillkürliche Bewegungen verſetzet werden.

Daß bey den willkürlichen Bewegungen die Einwirkung der Nerven die Haupturſache ſey, iſt gar keinem Zweifel unterworfen. Denn wenn man den Stamm der in einen Muſkel ſich verbreitenden Nerven abſchneidet, unterbindet, oder zuſammendrückt, ſo wird der Muſkel gelähmt, und äußert ſeine Wirkung nicht mehr; und wenn ein noch in ſeiner Verbindung mit dem Muſkel ſtehender Nerv gereizet wird, ſo wird der Muſkel aufs heftigſte verzuckt. Allein wie dieſes erfolge, darüber ſind eine ſehr große Menge von Hypotheſen entſtanden. **Galen** und die ältern Aerzte behaupteten, es ſtrömten gleichſam die Lebensgeiſter aus dem Gehirn durch die Nerven in die Muſkeln, um dieſe zu bewegen. **Carteſius** nahm an, daß die Bewegung von einem ſchnellern Einfließen des Nervenſaftes herrühre, und **Newton** leitete ſie von dem Aether her, welcher in die Nervencanäle durch den Willen unſerer Seele getrieben werde. **Santorini, Tabor** und **Willis** hingegen glaubten, daß die Nervenfaſer von dem eindringenden Lebensgeiſte ſich aufſchwelle. **Aſtruc** verglich die Muſkelfaſer mit einer Röhre, welche ſich in eine Blaſe endiget, und aufgeblaſen ſich erweitere, und große Laſten durch ihre Verkürzung erheben könne, und glaubte, daß der Nervenſaft, welcher in die Muſkelfaſer eindringe, gleiche Wirkungen hervorbringe. Ja **Borelli, Senac** u. a. ließen ſogar die Muſkeln aus lauter Blaſen und Zellen beſtehen, welche durch den Nervenſaft aufgetrieben würden, und dadurch eine Verkürzung mit einer ſo erſtaunlichen Wirkung zuwege brächten. Allein die Mikroſkope zeigen dieſen zellenförmigen Bau der Muſkeln nicht, und die Verkürzungen derſelben ſind oft ſo unbeträchtlich, daß bey der erſtaunlichen Wirkung eine ungeheuere Auftreibung des Volumens nöthig wäre,

wäre, dergleichen doch bey den Verſuchen nicht wahrgenommen werden.

Andere haben vermuthet, daß die Verkürzung der Muſkeln durch das Blut bewirket werde, weil die Thiere ſich noch eine Zeitlang bewegten, wenn man ihnen auch gleich das Gehirn genommen habe. Dahin gehören **Daniel Bernoulli** und beſonders **Bertier**, welcher glaubet, daß die Muſkeln vom Blute, wie gewundene Schnüren von der Feuchtigkeit, verkürzet werden, wobey er zugleich die Geſchwindigkeit und Wärme des Blutes mitwirken läßt. Er ſtützt ſeine Meinung darauf, daß der Muſkel bey der Zuſammenziehung bleich werde, indem ſich das Blut aus den kleinen Arterien ins Innere der Faſern ergieße. Auch **Swammerdam**, **Baglív** und **Cowper** haben die Muſkelbewegung dem Blute zugeſchrieben, weil bey Unterbindung der Aorta die Glieder lahm werden. **Le Cat** iſt der Meinung, die kleinen Arterien göſſen eine dem Nervenſafte ähnliche eigene Lymphe in die zellenförmige Muſkelfaſer. Allein gegen alle dieſe Hypotheſen laſſen ſich die Einwendungen machen, daß es Inſekten mit ſehr vielen und ſtarken Muſkeln, ohne Blut und Blutgefäße gibt.

Auch haben verſchiedene Phyſiologen die Urſache der Muſkelbewegungen aus der Wirkung gewiſſer chemiſcher Prozeſſe im thieriſchen Körper herzuleiten geſuchet, wie z. B. **Wallis**, **Bellin**, **Keil**, **Hamberger** u. a. m.

Sauvages führt die Elektricität als Urſache an, durch welche er die Muſkeln ſo aufſchwellen läßt, wie ein Bündel hanſener Fäden, das am Conduktor hängt, durch die Elektricität ausgedehnet und verkürzet werde.

Nach **Haller** erfolgen die willkürlichen Bewegungen der Muſkeln aus ihrer Reizbarkeit oder natürlichen Neigung zur Zuſammenziehung, welche nach dem Willen der Seele durch den Reiz des Nervenſaftes verſtärket werden könne. Ob aber dieß wirklich durch einen phyſiſchen Einfluß oder durch vorher beſtimmte Harmonie des Körpers mit der Seele geſchehe, überläßt er der Unterſuchung der Weltweiſen.

Girtanner *) nimmt die Reizbarkeit als Lebensprincip an, und findet die reizbare Fiber, welche ſehr uneigentlich Muſkelfiber genannt werde, in der ganzen Natur verbreitet. Nach ſeiner Theorie beſtehen alle feſte Theile der Thiere und Pflanzen aus der **erdigen, ſenſibeln** und **reizbaren** Fiber. Den Pflanzen mangelt die ſenſible, macht aber die Nerven der Thiere aus; alles, was auf die reizbare Fiber wirkt, wirkt nicht auf die ſenſible, nur die reizbare Fiber ſelbſt beſitzet die Fähigkeit, auf die ſenſible zu wirken, und daher entſtehet **Empfindung**. Auf die reizbare Fiber wirken unaufhörlich die umgebenden Körper, und reizen ſie zur Zuſammenziehung; ſelbſt die ſenſible wirkt darauf, daher der Nervenreiz entſtehet. Dieſe reizbare Fiber iſt gerade oder zirkelförmig, oder ſpiralförmig, woraus die nöthigen Bewegungen bey den Zuſammenziehungen erfolgen.

Die reizbare Fiber iſt entweder im Zuſtande der Geſundheit, welchen Girtanner ihren **Ton** nennt, oder im Zuſtande der Anhäufung, welcher durch Entfernungen der gewöhnlichen Reize zuwege gebracht wird, oder endlich im Zuſtande der Erſchöpfung durch zu ſtarke Anwendung des Reizes. Die unerſetzliche Erſchöpfung der reizbaren Fiber iſt der **Brand**.

Gewöhnlich wirken auf die reizbare Fiber Wärme, Licht, Nahrung, Luft, Umlauf des Blutes, Begattungstrieb und Nervenreiz. Letzterer iſt den Thieren allein eigen, und die Urſache der willkürlichen Bewegungen, der Leidenſchaften und Convulſionen. Hiernach ſind alſo die willkürlichen Bewegungen Folgen des auf die reizbare Fiber ausgeübten Nervenreizes; dieſe mangeln den Pflanzen, weil dieſe Art des Reizes bey ihnen nicht Statt hat. Die unwillkürlichen Bewegungen entſtehen theils aus Nervenreiz, theils

*) Abhandlungen über die Irritabilität als Lebensprincip in der organiſirten Natur, aus dem Journ. de phyſique. Juin 1790. p. 422. Juillet. p. 139. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. III. S. 317 f. 507 f.

theils aus den übrigen gewöhnlichen und außerordentlichen Reizen.

Den Grundſtoff der Reizbarkeit ſucht **Girtanner** im Sauerſtoffe, welcher ſich während des Athemhohlens mit dem Blute in der Lunge verbinde, und durch den Umlauf allen Theilen des Syſtems mitgetheilet werde.

Nimmt man auch wirklich an, daß der Sauerſtoff das Reizmittel zur Zuſammenziehung der Muſkeln ſey, ſo iſt dadurch noch keinesweges die Urſache der Bewegung der Muſkeln erkläret. Denn es bleibt immer noch die Frage zurück, durch welchen Mechanismus der Sauerſtoff die Lebenskraft verſtärke, und die Beweglichkeit der reizbaren Fiber vergrößere.

In den neuern Zeiten hat man durch Entdeckung des Galvanismus (M. ſ. **Elektricität, thieriſche**) in dieſen wichtigen Gegenſtand tiefer einzudringen geſuchet. Viele Naturforſcher und Phyſiologen aber haben das meiſte davon aus der Einwirkung äußerer Reize erkläret; andere aber, beſonders der Herr **von Humbold**, ſcheinen durch ihre mannigfaltigen Verſuche berechtiget zu ſeyn, ein eigenes Fluidum, das galvaniſche Fluidum, im thieriſchen Körper anzunehmen, welches von den Nerven in Berührung mit Metallen hergegeben werde, und in einer genauen Verbindung mit dem, was man Lebensprincip nenne, ſtehe.

M. ſ. *Jo. Alphonſi Borelli* de motu animalium. Pars I et II. Lugd. Batav. 1710. 4. *Alberti v. Haller* elementa phyſiologiae corporis humani Tom. IV. Lauſan. 1762. 4. lib. XI. motus animalis. **Juſt Chriſt. Loder** Anfangsgründe der mediciniſchen Anthropologie und der Staatsarzneykunde §. 109 u. f.

Muſſchenbroek'ſcher Verſuch ſ. **Flaſche, geladene.**
Muſſons ſ. **Paſſatwinde.**
Myop ſ. **Auge.**

N.

Nacht (nox, nuit) iſt die Zeit, welche während des Untergangungspunktes der Sonne bis zum nächſtfolgenden Aufgangungspunkte derſelben verfließet. Die Dauer dieſer Zeit iſt an verſchiedenen Orten der Erde gar ſehr verſchieden, und hängt von dem Stande der Sonne und von der geographiſchen Breite oder Polhöhe der Orte ab.

Weiß man die Tageslänge, ſo läßt ſich auch ſehr leicht die Nachtlänge durch eine geringe Subtraction der Tageslänge von 24 Stunden finden. Die halbe Tageslänge iſt = (90° + Aſcenſ. differenz d. Sonne) in Sternzeit (M. ſ. **Aſcenſionaldifferenz.** Th. I. S. 125.). Nimmt man nun die ganze Tageslänge 12 Stunden, mithin auch die ganze Nachtlänge 12 Stunden an, ſo werden die halbe Tageslänge und die halbe Nachtlänge ebenfalls 12 Stunden betragen; folglich bleibt die halbe Nachtlänge übrig, wenn man von 12 Stunden, oder 180 Graden in Sternzeit ausgedrückt, die habe Tageslänge ſubtrahiret; es iſt alſo

halbe Nachtlänge = (180° — (90° + Aſcenſ. diff. der Sonne)) in Sternzeit
= (90° — Aſcenſ. diff. der Sonne) in Sternzeit.

Da wir im bürgerlichen Leben die Stunden um Mitternacht oder in der Hälfte der Nacht zu zählen anfangen, ſo gibt auch die halbe Nachtlänge zugleich die Stunde des Aufgangs der Sonne.

Diejenigen Oerter auf der Erdoberfläche, welche unter dem Aequator liegen, haben eine Polhöhe, die man o ſetzen kann, mithin auch die Aſcenſionaldifferenz = o, und es iſt daher zu jeder Zeit daſelbſt die halbe Nachtlänge = 6 Stunden. Es betragen alſo alle Nächte 12 Stunden, und ſind den Tagen gleich. An denjenigen Orten der Erdfläche hingegen, welche zwiſchen dem Aequator und den Polen liegen, iſt die Nachtlänge veränderlich. Wenn die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in Aequator kömmt, welches jährlich zwey Mahl geſchiehet, nämlich um den 20ten März und den

den 23 September, mithin ihre Abweichung und die Aſcenſionaldifferenz = 0 iſt, ſo beträgt die ganze Nachtlänge an allen Orten der Erde 12 Stunden, und iſt folglich der Tageslänge gleich. Kömmt hingegen die Sonne in die nördliche Halbkugel, ſo iſt alsdann die Aſcenſionaldifferenz für Orte in der nördlichen Halbkugel poſitiv, folglich die Nachtlänge kleiner als 12 Stunden; für Orte der ſüdlichen Halbkugel aber wird die Aſcenſionaldifferenz negativ, und die Dauer der Nacht beträgt mehr als 12 Stunden. Alle dieſe Erſcheinungen ſind umgekehrt, wenn die Sonne in die ſüdliche Halbkugel übergehet; denn alsdann haben die Nordländer längere, die Südländer kürzere Nächte.

Die Abweichung der Sonne wird am größten, und der Schiefe der Ekliptik gleich, zur Zeit der Solſtitien, welches um den 21 Decemb. und 21 Juni geſchiehet. Alsdann hat man

ſin. Aſcenſ. differ. = tang. Schiefe d. Eklipt. × tang. Polhöhe

M. ſ. Aſcenſionaldifferenz Th. I. S. 124. Für Jena beträgt

die kürzeſte Nachtl.	7 Stund.	40 Min.	18 Sek.	24 Tert.	
die längſte	— 16	— 20	— 40	— 36	—

An den Orten unter den Polarkreiſen, wo die geographiſche Breite oder Polhöhe ſich mit der Schiefe der Ekliptik zu 90° ergänzt, iſt zu der Zeit der Sonnenwende

ſin. Aſcenſ. differ. = tang. Schieſ. der Eklipt. × cota. Schieſ. der Eklipt. = 1,

mithin die Aſcenſionaldifferenz = 90°, und die längſte Nacht 24 Stunden, die kürzeſte = 0, d. h. dieſe Orte haben im Jahre ein Mahl eine Nacht von 24 Stunden, da die Sonne gar nicht aufgeht, und ein Mahl einen Tag von 24 Stunden, da ſie gar nicht untergehet.

Dieſe beſtändige Nacht wird für die Oerter der kalten Zone von deſto größerer Dauer ſeyn, je näher ſie den Polen liegen. Die Nacht fängt an, wenn die Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich wird, und er-

ſtreckt

ſtreckt ſich über die Sonnenwende hinaus, bis die abnehmende Abweichung eben ſo groß wieder geworden iſt. Wenn die Polhöhe eines Ortes 70° beträgt, ſo fängt daſelbſt die Nacht an, ſobald die Sonne 20° Abweichung erhält, d. i. von 21 Novemb. und erſtreckt ſich über den 21 Decemb. hinaus, bis zu dem Tage, da die Sonne im Aufſteigen wieder dieſelbe ſüdliche Abweichung von 20 Grad erreicht, d. i. bis zum 20 Januar.

Unter den Polen ſelbſt, wo die Polhöhe 90° iſt, fängt ſich ſchon die beſtändige Nacht mit der Abweichung = 0, oder mit der Nachtgleiche ſelbſt an, und endiget ſich erſt mit der folgenden Nachtgleiche. Ihre Dauer iſt alſo ein ganzes halbes Jahr; für den Nordpol vom 23 Sept. bis zum 20 März, für den Südpol vom 20 März bis zum 23 September.

Alle dieſe Beſtimmungen gelten nur, wenn man bloß auf die verſchiedene Lage des Mittelpunktes der Sonne gegen die Orte der Erde Rückſicht nimmt. Es iſt aber leicht zu begreifen, daß folgende Umſtände eine Verminderung der Nachtlänge zuwege bringen müſſen; theils die ſcheinbare Größe der Sonnenſcheibe, wobey die eine Hälfte eher auf- und die andere ſpäter untergehet, als derſelben Mittelpunkt, theils die Strahlenbrechung in der Atmoſphäre der Erde, welche das Sonnenbild über den Horizont erhebt, obgleich noch die Sonne unter dem Horizonte ſteht, ſind Urſachen dieſer Verminderung.

Wenn man endlich unter Nacht diejenige Zeit verſteht, während welcher gar kein Tageslicht auf den Beobachtungsort kömmt, ſo wird dieſe Zeitdauer noch weit beträchtlicher durch die Dämmerung verkürzt. Daher gibt es auch außer den kalten Zonen, ſelbſt in unſern Ländern, Zeiten, wo es in dieſem Verſtande gar nicht Nacht wird, d. i. wo die Dämmerung die ganze Nacht hindurch dauert. M. ſ. Dämmerung.

Nachtgleichen, Punkte der Nachtgleichen ſ. Aequinoctialpunkte.

Nachtgleiche, Zeit der Nachtgleiche (aequinoxium, équinoxe) heißt der Zeitpunkt, da der Mittelpunkt der Sonne bey ſeinem ſcheinbaren Umlaufe um den Himmel in den Aequator tritt. Weil die Sonne ihre Bewegung ununterbrochen fortſetzet, ſo kann auch dieſer Zeitpunkt, da der Mittelpunkt derſelben in den Aequator kömmt, nur ein einziger Augenblick ſeyn, in welchem er denſelben zugleich wieder verläßt. Weil aber die Bewegung der Sonne langſam von Statten gehet, ſo kann man annehmen, daß die Sonne zu dieſer Zeit den ganzen Tag über im Aequator ſtille ſtehe. Dem zufolge wird alsdann der Aequator ſelbſt für dieſen Tag der Tagebogen derſelben, und weil er als ein größter Kreis der Himmelskugel von jedem Horizonte zu gleichen Theilen durchſchnitten wird, ſo iſt an dieſem Tage die Sonne überall 12 Stunden ſichtbar und 12 Stunden unſichtbar. Es heißt daher der ganze Tag, **Tag der Nachtgleiche** (dies aequinoctii ſ. aequinoctialis, jour d'équinoxe).

Weil der Aequator von der Sonnenbahn in zweyen Punkten durchſchnitten wird, ſo gibt es auch jährlich zwey Nachtgleichen, welche um den 21ten März und 23ten September fallen. M. ſ. **Frühlingsnachtgleiche, Herbſtnachtgleiche.**

Nachtgleichen, Vorrücken derſelben ſ. **Vorrücken der Nachtgleichen.**

Nadir, Fußpunkt (Nadir) heißt in der Sternkunde derjenige Punkt an der ſcheinbaren Himmelskugel, welcher dem Scheitelpunkte oder dem Zenith gerade entgegengeſetzet iſt. Es iſt alſo das Nadir der Endpunkt der durch einen Ort auf der Erdfläche bis an die ſcheinbare Himmelskugel unterwärts verlängerten Scheitellinie, und zugleich der eine Pol des Horizontes, und iſt daher von dieſem allenthalben um 90° oder um einen Quadranten entfernet. Wenn daher irgend ein Stern unter dem Horizonte eines Ortes ſich befindet, und man kennt deſſen Tiefe unter dem

Horizonte, ſo findet man auch den Abſtand deſſelben vom Nadir, wenn man die Tiefe von 90° ſubtrahiret.

Wenn unſere Erde eine vollkommene Kugel wäre, ſo würde alsdann unſer Nadir das Zenith unſerer Gegenfüßler ſeyn. Da aber die Erde von der Kugelgeſtalt abweichet, ſo findet dieß nur für Orte unter dem Aequator und unter den Polen Statt.

Ein jeder Ort auf der Erdoberfläche hat ſein eigenes Nadir, ſein eigenes Zenith und ſeinen eigenen Horizont. Bey der Veränderung eines Ortes auf der Erde werden alſo auch ſein Nadir, Zenith und Horizont verhältnißmäßig verändert.

Naphtha, natürliche ſ. **Erdharze.**

Naphtha, künſtliche ſ. **Aether.**

Naßniedergehen, Staubregen (pſecas, pluuia tenuiſſima, bruine, brouine) heißt der äußerſt feine Regen, welcher in kaum ſichtbaren Tröpfchen niederfällt, und die Körper ſtark befeuchtet. Wenn nämlich in der Atmoſphäre eine Verdichtung der aufgeſtiegenen Dünſte, oder ihre Verwandlung in Waſſertröpfchen in einer Wolke ſehr langſam erfolget, ſo ſenken ſich die kleinen Tröpfchen langſam herab, ehe ſie ſich noch zu größern Tropfen vereinigen können. In einem ſolchen Falle ſagt man alsdann, es **gehe naß nieder.** Dieſe Erſcheinung nimmt man vorzüglich bey Nebeln gewahr, welche aus der Luft niederſinken. Auch kann dieſes Phänomen ſich ereignen, wenn eine höhere Wolke von unten auf ſich zu verdichten anfängt; denn alsdann fallen die untern Tröpfchen zuerſt herab, treffen unterwegs kein Waſſer weiter an, und können ſich daher in keine größere Regentropfen umbilden.

Natur (natura, nature) bedeutet im weitläuftigſten Sinne den Inbegriff aller Eigenſchaften der Dinge. In einem engern Verſtande wird das Wort Natur bloß von der materiellen Welt gebrauchet, und bedeutet alsdann den Inbegriff aller Eigenſchaften der materiellen Dinge.

Alles,

Alles, was an materiellen Dingen nach gewiſſen unveränderlichen Geſetzen erfolget, heißt **natürlich**, was aber dieſen entgegen iſt, **unnatürlich**. Wenn aber eine Begebenheit ſo geſchiehet, daß ſie aus Naturgeſetzen auf keine Weiſe eingeſehen werden kann, ſo nennt man ſie **übernatürlich**. Man muß ſich aber wohl hüten, daß man nicht ſogleich einen Erfolg für übernatürlich halte, wenn wir nicht ſogleich fähig ſind, denſelben nach bekannten Naturgeſetzen zu beurtheilen. So werden oftmahls Taſchenſpielereyen für übernatürliche Begebenheiten gehalten, die doch ihre wirklichen phyſiſchen Gründe haben. Auch der Aberglaube hält manche natürliche Erfolge übernatürlich. Ueberhaupt hat es wohl in der Körperwelt wenige übernatürliche Begebenheiten gegeben.

In einer andern Bedeutung verſteht man unter dem Worte **natürlich**, im Gegenſatze des **künſtlichen**, alles, was ohne menſchliche Kunſt entſteht oder geſchiehet. Auf dieſe Art unterſcheidet man natürliche Körper von Produkten der Kunſt, ob es gleich oft nicht leicht iſt, die künſtlichen Körper von den natürlichen zu unterſcheiden.

Außer dieſer Bedeutung des Wortes **Natur** verſteht man auch darunter

1. die Grundurſache der Erſcheinungen in der Welt, oder die hervorbringende Urſache der Dinge und ihrer Wirkungen; mithin bedeutet das Wort Natur in dieſem Verſtande den Schöpfer ſelbſt, welcher alle Dinge nach unveränderlichen Geſetzen erſchaffen, und hierbey zu ſeinen erhabenſten Zwecken die ſchicklichſten Mittel gewählet hat. Darauf beziehen ſich die Ausdrücke: **Die Natur bringt hervor, die Natur thut dieß oder jenes** u. ſ. Die Scholaſtiker drückten Natur in dieſer Bedeutung durch natura naturans aus.

2. Verſteht man auch darunter den Inbegriff aller erſchaffenen Dinge oder man nimmt ſie gleichbedeutend mit dem Worte Welt; und darauf beziehen ſich die Redensarten: **man trifft in der ganzen Natur dieß oder**

jenes **nicht an**, es geſchiehet dieß oder jenes **in der Natur** u. ſ. f. Dieß drückten die Scholaſtiker durch natura naturata aus.

Naturbegebenheiten ſ. **Phänomene.**

Naturgeſchichte (hiſtoria naturalis, hiſtoire naturelle) heißt diejenige Wiſſenſchaft, welche uns die wirklich vorhandenen natürlichen Körper auf unſerer Erde hiſtoriſch kennen lehret. Sie muß als ein Zweig der Naturbeſchreibung im weitläuftigſten Sinne betrachtet werden.

Unſere Kenntniß von Dingen iſt entweder **hiſtoriſch** oder **rational**, und daher theilet ſich die Naturlehre in die **hiſtoriſche** und **rationale** ab. Die hiſtoriſche Naturlehre enthält ſyſtematiſch geordnete Fakta der Naturdinge, mithin entweder ſolcher, die ſind, oder ſolcher, die geweſen ſind. Das erſtere iſt **Naturbeſchreibung** im weitläuftigſten Verſtande, und begreift nicht allein die drey Reiche der Natur, ſondern auch die einfachen Beſtandtheile nach ihrer Aehnlichkeit und Verſchiedenheit, und die Geſtirne unter ſich. Das zweyte iſt **Geſchichte der Natur**, welche alſo ſyſtemaniſch geordnete Fakta ſolcher Naturdinge enthalten muß, welche geweſen ſind. Von dieſer haben wir nur Bruchſtücke. Die Naturbeſchreibung theilet man beſonders in folgende drey Wiſſenſchaften ab: in die **Naturgeſchichte** oder in die hiſtoriſche Kenntniß der drey Reiche der Natur; in die **Chemie** oder in die Kenntniß der einfachen Beſtandtheile der Körper, und in die **Aſtragnoſie** oder in die Kenntniß der Geſtirne.

Es laſſen ſich die auf unſerer Erde wirklich vorhandenen Körper auf folgende Art eintheilen: ſie ſind entweder **unorganiſche** oder **organiſirte**. M. ſ. **Organiſirte Körper**; die letztern wieder **empfindungsloſe** oder **empfindende**. Die unorganiſchen Körper machen die **Mineralien** oder Foſſilien, die organiſchen ohne Empfindung die **Pflanzen** oder **Vegetabilien**, die organiſirten mit Empfindung die **Thiere** aus, und hierauf gründet ſich die bekannte Eintheilung der drey Reiche der Natur, das **Mineralreich**

neralreich (regnum minerale), das Pflanzenreich (regnum vegetabile), und das Thierreich (regnum animale). Dieſe drey Reiche der Natur ſind es eben, welche gewöhnlich in der Naturgeſchichte hiſtoriſch abgehandelt werden.

Weil es verſchiedene Körper gibt, die ihrer Eigenſchaften wegen zu mehreren Natürlichen gezählet werden könnten, als z. B. die Thierpflanzen, ſo haben einige Naturhiſtoriker ein Mittelreich für die Thierpflanzen (zoophyta et litophyta) und Pilze (fungi) angenommen. Allein man hat dieß nicht nöthig. Wenn auch gleich die Natur die mancherley Körper in ihren Volkommenheiten ſo geformet hat, daß ſie nur allmählig aus dem einen Naturreiche in das andere überzugehen ſcheinen, ſo ſind doch der organiſche Bau und die Empfindlichkeit hinlänglich entſcheidende Kennzeichen, nach welchen einem jeden wirklichen Körper der gehörige Platz in einem der Naturreiche angewieſen werden kann. So gehören die Thierpflanzen wegen ihrer Empfindlichkeit zu dem Thierreiche, und ſollten daher lieber Pflanzenthiere heißen; die Pilze ſind dagegen wegen der Unempfindlichkeit zu dem Pflanzenreiche zu rechnen. Zu dieſem letztern gehören auch diejenigen Pflanzen, welche einen gewiſſen hohen Grad von Empfindlichkeit zeigen, als z. B. die mimoſa ſenſibilis, auerrhoa carambola, Dionaea muſcipula u. ſ. f. Allein in dieſer Pflanzenbewegung liegt nichts einem Unterſcheidungsvermögen und einer willkürlichen Bewegung ähnliches. So zieht die Dionaea ihr Blatt zuſammen, es mag von einem Holze, einer Feder u. dergl. berühret werden. Hingegen bey den Polypen unterſcheidet ſich die Bewegung ihrer Arme nach etwas, welches ihnen zur Nahrung dienet, ſehr merklich von der Bewegung bey Berührung anderer Dinge. Eine Beſchreibung dieſer Unterſchiede und Verbindungen der natürlichen Körper findet man beym Bonnet *).

Noch andere Naturhiſtoriker haben in die Naturgeſchichte Beſchreibungen und Claſſifikationen einfacher Stoffe, z. B.

*) Contemplation de la nature. Amſterd. 1764. 8.

z. B. verſchiedener Gattungen des Waſſers, der Luft u. ſ. f. gezogen. So nimmt **Wallerius** α) ein Waſſerreich, **Denſo** β) ein **Feuerreich** und **Titius** γ) ein **Material-reich** an. Selbſt der Herr Bergrath **Widenmann** δ) erneuert den Vorſchlag, außer den drey Naturreichen noch ein viertes unter dem Namen des **atmoſphäriſchen** oder der **Atmoſphärilien** hinzuzuſetzen, wozu er außer dem Wärmeſtoffe, Lichtſtoffe und den Luftarten auch noch das Waſſer rechnet.

Die meiſten Naturhiſtoriker haben aber bisher beſtändig nur dieſe drey Haupttheile in der Naturgeſchichte abgehandelt, nämlich die **Zoologie**, welche das Thierreich, die **Botanik**, welche das Pflanzenreich, und die **Mineralogie (Oryktologie)**, welche das Mineralreich zum Gegenſtande hat. Die Hauptabſicht bey dieſen drey wichtigen Theilen geht bloß auf hiſtoriſche Kenntniß der dahin gehörigen Körper, nicht aber auf Erklärungen aus den Urſachen. Es hat folglich die Naturgeſchichte mit nichts weitern zu thun, als mit richtiger Beſtimmung der unterſcheidenden Merkmahle der Körper, dieſelben ſelbſt nach dieſen Merkmahlen zu ordnen, zu benennen, und damit zugleich nützliche Nachrichten von ihren Eigenſchaften und Verhältniſſen zu verbinden. In dieſer Rückſicht rechnet man alle einzelne Individuen, welche alle unterſcheidende Merkmahle mit einander gemein haben, zu einer **Art** (species). Die in gewiſſen Haupteigenſchaften mit einander übereinſtimmenden Arten machen eine **Gattung** oder **Geſchlecht** (genus), und mehrere ähnliche Gattungen eine **Claſſe** aus. Sind noch mehrere Unterabtheilungen nöthig, ſo theilet man noch die Claſſen in **Ordnungen** und die Gattungen in **Familien** ab. Die Eintheilung der natürlichen Körper nach

α) Hydrologia. Stockholm 1748. 8.
β) J. G. Wallerius Hydrolog. überſ. v. J. D. Denſo in d. Vorrede.
γ) Lehrbegriff der Naturgeſch. zum erſten Unterrichte. Leipz. 1777. 8.
δ) Von der Nothwendigkeit bey der Haupteintheilung der natürlichen Körper ein viertes Naturreich anzunehmen; in Crells chem. Annalen 1793. B. II. St. 7.

nach dieſen Fächern wird ein **Syſtem** genannt. Das Gedächtniß erlangt durch dieſe Eintheilung ein ſchönes Hülfsmittel, die ſo zu ſagen faſt unzählbaren natürlichen Körper mit einem Blicke zu überſehen. Gleichwohl iſt dieſes Syſtem noch nicht die Naturgeſchichte ſelbſt. Das **natürliche Syſtem**, als das vollkommenſte würde dieß ſeyn, wo alle Körper neben einander geſtellet würden, die in den meiſten Eigenſchaften mit einander übereinkommen. In einem ſolchen Syſteme könnte man von der Stelle, welchen ein Körper darin einnimmt, auf ſeine Eigenſchaften und Verhältniſſe ſchließen. Von dieſem Syſteme aber haben wir nur Bruchſtücke, und wir müſſen uns daher nothwendig mit künſtlichen Syſtemen behelfen, worin man die weſentlichſte Haupteigenſchaft mehrerer Körper als das Kennzeichen einer Claſſe annimmt, und die Ordnungen, Geſchlechter u. ſ. f. ſo lange es möglich, nach weſentlichen Kennzeichen, und wenn es nicht mehr möglich iſt, bloß nach der äußerlichen Geſtalt des Ganzen oder einzelner Theile abtheilen. Von dieſer Geſtalt aber wird man ſelten auf die Eigenſchaften ſchließen können, bis man zu den Arten kömmt, bey welchen ſich alsdann Gleichheit der Geſtalt mit Gleichheit der Eigenſchaften in allen einzelnen Individuen verbindet. Daher glauben auch verſchiedene, daß die Arten allein das Werk der Natur, alle übrige Abtheilungen aber künſtlich, und daher ein natürliches Syſtem ganz unmöglich ſey.

Zur Unterſcheidung der natürlichen Körper dienen beſonders die äußern Kennzeichen, als Form, Lage, Farbe, Verhältniß der Theile, Schwere, Anzahl, Beſchaffenheit der Oberfläche u. ſ. f. weil dieſe gerade das ſind, was zuerſt in die Augen fällt, und bey vielen faſt das einzige, was uns davon bekannt iſt. Daher müſſen die Kunſtwörter, womit man dieſe Kennzeichen beleget, vollkommen beſtimmte Bedeutungen haben. Ein Syſtem aber, das die Körper bloß nach äußern Kennzeichen ordnete, würde ſich nie dem natürlichen Syſteme nähern können. Denn man würde Körper, welche in ihren innern Eigenſchaften von einander

gar ſehr verſchieden wären, wegen äußerer Aehnlichkeiten zuſammenſtellen können, und daher zu Verwechſelungen Anlaß geben. Man muß alſo zur Eintheilung der Körper nach dem Syſtem nie die äußern Kennzeichen allein gebrauchen, wenn man ſie, ſo wie es die Natur verlangt, gehörig von einander unterſcheiden will.

Die innere Beſchaffenheit der organiſirten Körper lernt man in der **Anatomie** und **Phyſiologie** der Thiere und Pflanzen kennen, die der Mineralien aber in der **Chemie**. So ſind alſo ſelbſt in dieſer Rückſicht die drey genannten Wiſſenſchaften einem Naturhiſtoriker unentbehrlich.

Die wirklich vorhandenen Körper unſerer Erde fallen zu ſehr in die Augen, als daß nicht gleich die erſten Bewohner derſelben ſich ſollten bemühet haben, dieſe näher kennen zu lernen, zumahl da ſie viele derſelben zu ihren Bedürfniſſen, Bequemlichkeiten und andern Abſichten gebrauchen mußten. Es muß daher auch der Urſprung naturhiſtoriſcher Kenntniſſe der Körper ſo alt, als das menſchliche Geſchlecht ſelbſt, ſeyn. Auch findet man in den meiſten Schriften des höchſten Alterthums einzelne zur Naturgeſchichte gehörige Beſchreibungen und Bemerkungen. Jedoch erhielt die Naturgeſchichte erſt eine wiſſenſchaftliche Form bey den alten Griechen. Hierzu ſcheinen den Anfang gemacht zu haben **Ariſtoteles** α) und ſein Nachfolger **Theophraſt von Ereſus** β). In den ſpätern Zeiten beſchäftigten ſich damit **Dioſcorides** γ) und **Aelian** δ) u. a. m. Eine Sammlung von mehreren ältern Schriftſtellern,

α) Hiſtoria animalium in Ariſtotelis operib. graec. et lat. ex edit. *G. du Val.* Pariſ. 1654. IV Vol. fol. Vol. II. auch beſonders ex edit. *Ph. Jac. Mauſſac.* Toloſae 1619. fol.

β) De hiſtoria plantarum libri X. graec. et latin. per. *Jo. Bod. a Stapel.* Amſtel. 1644. fol. ingl. de lapidibus. Theophraſt von Steinen, griech. und deutſch mit Hills Anmerk. aus dem Engl. von Baumgärtner. Nürnb. 1770. 8.

γ) De medica materia lib. V. interp. *Marc. Vergilio.* graec. et lat. Colon. 1529. fol.

δ) De vi et natura animalium L. XVII. cur. *Abr. Gronovio.* Lond. 1744. Heilbron. 1764. 4. II Vol.

ſtellern, welche von den Thieren gehandelt haben, hat **Aldus Manutius** [α]) herausgegeben. Unter den Römern hat beſonders der ältere **Plinius** [β]) eine ſehr wichtige Sammlung von Beobachtungen und Nachrichten natürlicher Dinge, welche ſich ſogar bis auf die Geſchichte menſchlicher Handlungen und Künſte erſtrecken, veranſtaltet. Aus dieſem Werke hat ein ſpäterer lateiniſcher Grammatiker, **Solinus**, einen Auszug unter dem Titel: Polyhiſtor gemacht, welcher durch den vortrefflichen Commentar des **Saumaiſe** [γ]) bekannter geworden iſt. In allen dieſen Schriften der Alten aber iſt die Naturgeſchichte mit einer Menge unrichtiger Beobachtungen und abentheuerlicher Fabeln verunſtaltet.

Nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im Occident erhielt die Naturgeſchichte zur Bearbeitung beſonders dieſe Männer, **Conrad Gesner** in Zürich [δ]), **Ulyſſes Aldrovandi** [ε]) in Bologna, und **John Ray** in England [ζ]). Einzelne Theile der Naturgeſchichte haben bearbeitet **Wotton, Jonſton, Liſter** das Thierreich, **Cäſalpin, Bauhin, Tourne-**

α) *Ariſtoteles* hiſtor. animalium et alii ſcriptores hiſtor. animal. Venet. 1513. fol.

β) *C. Plinii ſecundi* hiſtoriae naturalis Libr. XXXVII. per *Jac. Dalecamp.* Genev. 1631. fol. cum commentat. varior. et notis *Jo. Friedr. Gronovii.* Lugd. Batav. 1669. Tom. III. 8. cum interpret. *Jo. Harduini.* Paris. 1685. Tom. V. 1723. 8. Tom. III. fol. die zweybrücker Ausgabe in 5 Bänden. 1783. 8.

γ) *Salmaſii* exercitationes Plinianae in Solinum.

δ) In einzelnen Schriften de quadrupedum, auium, ſerpentum, piſcium et aquatilium natura. Tiguri 1551 — 1560 fol. nachher unter dem Titel hiſtoriae animalium Tom. I — V. Frf. 1586 — 1787. fol. *Conr. Geſneri* opera botanica ed. *Caſ. Chph. Schmiedel.* Norib. P. I. 1753. P. II. 1771. fol. ej. de omni rerum foſſilium genere. Tiguri 1565. 8.

ε) De quadrupedibus ſolidipedibus, biſulcis, digitatis — Ornithologiae Tom. I — III. Bonon. 1646. fol. — hiſtoria ſerpentum et draconum 1640 fol. — de piſcibus Lib. V. et de cetis Lib. I. 1638. fol. — de animalibus inſectis 1602. fol. — Muſeum metallicum Bonon. 1648. fol.

ζ) Synopſis animalium quadruped. et ſerpentum. Lond. 1693. 8. ſynopſis auium. Lond. 1713. 8. ſynopſis piſcium. Lond. 1713. 8. hiſtor. inſectorum Lond. 1710. 4. hiſtor. plantarum generalis Tom. I — III. Lond. 1686 — 1704.

Tournefort, **Rivinus** das Pflanzenreich, **Agricola** und in den ſpätern Zeiten **Henkel** das Mineralreich. Durch die Bemühungen dieſer verdienſtvollen Männer hatte man bereits um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts einen ziemlichen Schatz von richtigern Kenntniſſen der natürlichen Dinge erlanget; nur fehlte es noch im Ganzen an einer guten ſyſtematiſchen Ordnung und genau beſtimmten Benennungen. Dieſen Mängeln half endlich der königliche ſchwediſche Leibarzt Ritter **Carl Linné** [α]) mit großem Glücke, beſonders in Rückſicht des Thier- und Pflanzenreiches ab. In dem erſtern legt er in ſeinem Syſteme die ſechs Claſſen der Säugthiere, Vögel, Amphibien, Fiſche, Inſekten und Gewürme zum Grunde, und leitet die Unterabtheilungen in Ordnungen, Gattungen und Arten von dem Unterſchiede gewiſſer Theile, z. B. der Zähne, Schnäbel, Floßfedern, oder der äußern Geſtalt ab. In dem Pflanzenreiche nimmt er die Eintheilungen von den Befruchtungstheilen her, ſo wie dieß ſchon **Conrad Gesner** und mehrere verſuchet hatten, und beſtimmt daraus ein **Sexualſyſtem**, in welchem die Claſſen nach der Anzahl der Staubfäden (ſtamina), die Ordnungen größtentheils nach der Anzahl der Staubwege (piſtilla) beſtimmt ſind. In Anſehung des Mineralreichs iſt **Linné** nicht ſo glücklich, als bey den übrigen Naturreichen geweſen; mit glücklicherm Erfolge haben aber auch dieſes Reich zwey ſeiner Landesleute **Wallerius** [β]) und **Cronſtedt** [γ]) in ein Syſtem gebracht.

Die Naturgeſchichte iſt ſeit **Linné**'s Zeiten in Deutſchland, England, Frankreich, Schweden und Rußland mit ungemei-

[α]) Syſtema naturae. Leid. 1735. fol. imp. edit. 12ma. Holm. 1766. IV Vol. 8. nebſt mantiſſa plantarum 1767. 8. und mantiſſa plantar. altera 1771. 8. ingl. genera plantar. Lugd. Batav. 1737. Holm. 1764. 8. ſpecies plantarum Holm. 1735. 1762. Tom. II. 8.

[β]) Mineralogia. Stockh. 1747. 8. *Joh. Gottſch. Wallerii* ſyſtema mineralogicum. Holm. 1772. II Vol. 8. deutſch von Leske und Hebenſtreit. Berlin 1781. II B. 8.

[γ]) Förſök til Mineralogie Stockh. 1758. 8. deutſch von A. G. Werner. Leipz. ſeit 1780. 8.

ungemeinem Fleiße getrieben worden; man hat ſelbſt ſehr große Koſten aufgewendet, um ſie immer mehr zu vervollkommnen, und weite Reiſen in fremde Länder unternommen, um die Kenntniſſe der natürlichen Körper mit einer beträchtlichen Anzahl zu vermehren. Daraus ſind nun eine Menge von Beſchreibungen, Abbildungen, ſyſtematiſche Schriften u. ſ. f. entſtanden, aus welchen man ſich mit den natürlichen Körpern auf eine genugthuende Art bekannter machen kann.

Ein vorzüglich ſchönes Werk von der Naturgeſchichte, welches allgemeinen Beyfall erhalten hat, iſt das von dem Grafen von **Büffon** [α]), obgleich viele von ihm aufgeſtellte Hypotheſen beſonders in Hinſicht des Allgemeinen große Mängel beſitzen. Kürzere Einleitungen in dieſe Wiſſenſchaft enthalten die Lehrbücher von **Erxleben** [β]), **Leske** [γ]), **Blumenbach** [δ]), **Batſch** [ε]) und viele andere. Ueberhaupt iſt die Vermehrung naturhiſtoriſcher Schriften von Jahr zu Jahr immer ſehr groß, und gleichwohl iſt dieſes unermeßliche Feld bey weitem noch nicht erſchöpft. Philoſophiſche Gedanken über die Weisheit des Schöpfers in Rückſicht der erſchaffenen Dinge findet man beym **Plüche** [ζ]), **Bonnet** [η]) und **Trembley** [θ]).

Um ſich mit der Nomenclatur der natürlichen Körper bekannt zu machen, dienen die Wörterbücher von **Bomare** [ι])

und

α) Hiſtoire naturelle générale et particulière, avec la deſcription du cabinet du Roi p. Mſſ. *de Buffon* et *d'Aubenton*. à Paris 1749 — 1767. Tom. I — XV. 4 und 12. Deutſch: allgemeine Hiſtorie der Natur u. ſ. f. durch Käſtner, Hamburg und Leipz. ſeit 1750. 4. ingl. Herrn v. Büffon allgemeine Naturgeſch., mit Zuſätzen von F. H. W. Martini Berlin 1771 u. ſ. f. gr. 8.

β) Anfangsgründe der Naturgeſchichte. Göttingen 1767. 8. zweyte Aufl. 1773. 8.

γ) Anfangsgründe der Naturgeſchichte Th. I. Allgemeine Naturgeſchichte und Thiergeſchichte. Leipz. 1779. gr. 8.

δ) Handbuch der Naturgeſchichte. Dritt. Aufl. 1785. Göttingen 8.

ε) Umriß der geſammten Naturgeſchichte. Jena 1796. 8.

ζ) Spectacle de la nature. Paris 1732. 12. in den erſten 4 Bänden.

η) Contemplation de la nature. nouv. edit. Hamb. 1782. III Vol. 8.

θ) Inſtruction d'un père à ſes enfans. Genev 1775 II Vol. 8.

ι) *Valmont de Bomaré* dictionaire de l'hiſtoire naturelle. Paris 1775, VI Vol. 4.

und andere α). Bücher über die Naturgeſchichte lernt man kennen aus **von Rohr** β), **Boerhave** γ), **von Münchhauſen** δ) und **Beckmanns** phyſikaliſch ökonomiſcher Bibliothek. Die übrigen Entdeckungen, welche von Zeit zu Zeit in dieſer Wiſſenſchaft gemacht werden, erfähret man in einer Menge herauskommender und bekannter Zeitſchriften.

Naturgeſetze (leges naturae ſ. naturales, loix de la nature) heißen die aus den Erfahrungen der Natur abgeleiteten allgemeinen Regeln, vermöge welcher die Körper gewiſſe Wirkungen unter dieſen oder jenen Umſtänden hervorbringen. Aus der Erfahrung finden wir es beſtätiget, daß die Phänomene beſtändig auf einerley Art erfolgen, wenn ſich die Körper unter ein und den nämlichen Umſtänden befinden. Vermöge dieſer Erfahrungen ſchließen wir nun durch **Induktion**, daß eben dasſelbe unter gleichen Umſtänden auch in den nicht beobachteten Fällen erfolge, und daß es in allen künftigen Fällen erfolgen werde. Ein ſolcher Satz gibt demnach eine Regel ab, aus welcher ſich die Phänomene ableiten, und zukünftige vorherſagen laſſen. Dergleichen beſtändige Erfahrungsſätze können ſchon Naturgeſetze genannt werden; mehrere derſelben haben aber gemeiniglich noch etwas gemein, und man kann aus ihnen noch allgemeinere Erfahrungsſätze herleiten, welche noch eine größere Menge beſtändiger Erfahrungen unter ſich begreifen. Die einfachſten und allgemeinſten ſolcher Erfahrungsſätze heißen vorzugsweiſe **Naturgeſetze**, zumahl wenn ſie genaue mathematiſche Rechnungen über die Größe der Wirkungen mit ſich führen.

So lehret uns z. B. die Erfahrung, daß ein jeder Körper, welcher mit unſerer Erde in Verbindung iſt, in einer

α) Onomatologia hiſtoriae naturalis completa oder Lexicon der Naturgeſchichte. Ulm 1766. gr. 8. ingl. Neuer Schauplatz der Natur in alphab. Ordnung. Leipz. 1775 u. f. X Bände gr. 8.

β) Phyſikal. Bibliothek, herausgeg. von Käſtner. Leipz. 1754. 8.

γ) Methodus ſtudii medici ed. ab *Alb. ab Haller*. Amſt. 1751. 4. maj. Tom. I et II.

δ) Des Hausvaters zweyter Theil. Hannover 1766. 8.

einer Höhe über ſelbiger ſich frey überlaſſen herabfällt. Hieraus läßt ſich alſo das Geſetz folgern, daß alle Körper gegen unſere Erde ſchwer ſind. Dieß kann ſchon ein Naturgeſetz heißen. Da man aber noch weiter gewahr wird, daß der Mond gegen die Gewäſſer unſerer Erde graviriret, und überhaupt alle Monde gegen ihre Planeten, dieſe hinwiederum gegen ihre Monde, und alle dieſe Himmelskörper gegen die Sonne graviriren, ſo leitet man hieraus den noch weit allgemeineren Satz ab: **alle bekannte Materien graviriren gegen einander.** Ueberdieß kann man auch hierbey noch die genaue mathematiſche Beſtimmung nach **Newtons** Entdeckungen hinzufügen, daß die Materien im geraden Verhältniſſe ihrer Maſſen, und im verkehrten des Quadrates ihrer Entfernungen graviriren. Daher behauptet auch dieſer Satz unter dem Namen des **Geſetzes der Gravitation** den erſten Rang unter den bisher bekannten Naturgeſetzen.

Die Naturgeſetze ſind eigentlich nichts weiter, als Folgen, welche man aus den Wirkungen der Natur herleitet. Die Wirkungen ſind in der Natur, und die Geſetze dazu legt unſer Verſtand gleichſam hinein. Allein es heißt noch keinesweges die Phänomene erklären, wenn man ſelbige auf allgemeine Naturgeſetze zurückbringen kann. Denn die Geſetze lehren nur, was geſchehe, nicht wodurch und wie es geſchehe. Indeſſen bleibt es wahr, daß die Kenntniß der Naturgeſetze von einem ſehr großen Nutzen iſt, indem wir durch ſie eine allgemeine Ueberſicht der Phänomene erhalten, und zugleich belehret werden, welche Wirkungen die Körper hervorbringen müſſen, wenn ſie unter dieſen oder jenen Umſtänden ſich befinden. Es iſt auch ſicherer, in den mehreſten Fällen zuerſt die Naturgeſetze aufzuſuchen, ehe man es wagen darf, die Urſachen von den Naturbegebenheiten der Körper zu entdecken.

Die vornehmſten Naturgeſetze ſind unter dem Artikel, **Geſetze**, angeführet, wobey zugleich bemerket iſt, unter welchem Artikel näherer Unterricht davon gegeben wird.

Naturlehre ſ. Phyſik.

Nebel (nebulae, brouillards). Hierunter verſteht man die ſichtbaren Dünſte in der Nähe der Erdfläche, welche durch irgend eine Kraft in der Luft ſchwimmend erhalten werden. In den höhern Gegenden der Atmoſphäre heißen ſie Wolken. Die Dunſttheilchen, welche bey den Wolken noch mehr zuſammengedrängt ſind, als bey den Nebeln, trüben den Himmel, und haben die Geſtalt kleiner Bläschen. M. ſ. **Wolken.**

Nach dem Auflöſungsſyſteme wird der Nebel als ein Niederſchlag der Auflöſung des Waſſers in Luft angeſehen. Herr **Hube** füget beſonders noch hinzu, daß jeder Nebel eine Auflöſung der zweyten Art vorausſetze, daher es auch komme, daß die Nebel in heißen Gegenden ſeltener ſeyn, und gegen die Pole zu immer häufiger werden. Auch müſſe nothwendig zur Entſtehung der Nebel die Luft bis auf eine beträchtliche Höhe faſt mit Dünſten geſättiget ſeyn. Nach **Hube** beſtehen die Nebel aus Bläschen, welche ſich durch Elektricität zurückſtoßen; und dieſe ſey auch die wahre Urſache, welche ſie ſo lange über der Erde erhalte. Kurz vor dem Niederfallen des Nebels verliere er alle Elektricität, welche gewöhnlich poſitiv, die der Wolken aber negativ ſey.

Nach dem Syſteme des Herrn **de Lüc** entſtehet der Nebel aus der Zerſetzung des Waſſerdampfes durch die Vermehrung des Drucks der Atmoſphäre, oder durch die Verminderung der Temperatur derſelben, wenn nämlich die Atmoſphäre eine ſo große Menge Waſſer in Dampfgeſtalt aufgenommen hatte, daß ſie bey Vermehrung des Drucks oder Verminderung der Wärme dieſe Menge im durchſichtigen Dampfe nicht mehr halten konnte. Hieraus ſieht man leicht ein, daß bey erfolgtem verminderten Drucke oder bey zunehmender Wärme der Atmoſphäre der Nebel wieder verſchwinden und in durchſichtigen Dampf verwandelt werden könne. Wenn im Gegentheil der Druck der Atmoſphäre noch mehr zunimmt, ſo treten die Theilchen des Nebels zuſammen, ſo wie dieß auch durch Entſtehung der Winde

geſchehen kann, und es geht der Nebel in tropfbarer Geſtalt entweder in Staubregen oder Thau über, und man ſagt alsdann, **der Nebel falle.** In dieſem Falle wird gewöhnlich der Tag heiter. Iſt ferner die zunehmende Wärme nicht ſo groß, daß der Nebel wieder in eine durchſichtige Dampfgeſtalt verwandelt werden kann, ſo ſteigt er alsdann in die Höhe, verdichtet ſich daſelbſt, und bildet Wolken; man ſagt daher auch, **der Nebel ſteigt.** In dieſem Falle folgt gemeiniglich ein trüber Tag, und oftmahls Regen.

Im Frühlinge und Herbſte, ſo wie am Morgen und Abend ſind die Nebel am häufigſten; im Frühlinge und am Morgen, weil die Oberfläche der Erde kälter, als die höhere Luft über ſelbiger, folglich die Dünſte nahe an ſelbiger ſich vorzüglich verdichten; im Herbſte und Abende, weil die erwärmte Erdfläche ſtärker ausdunſtet, und die darauf erfolgte Erkältung in der Luft einen Theil des Dunſtes zerſetzt. Weil ferner die großen Waſſerflächen vorzüglich ſtark ausdunſten, ſo iſt leicht zu begreifen, daß diejenigen Oerter, welche an großen Seen, Sümpfen, Teichen und andern Gewäſſern liegen, dem Nebel vorzüglich ausgeſetzet ſind, und daß man bey großen Waſſerfällen beſtändige Nebel antrifft. Hingegen Winde zerſtreuen die Nebel, indem ſie die Waſſertheilchen mit fortreißen, und in andere Gegenden führen.

Es können auch außer dem Waſſer andere Materien in Dunſtgeſtalt verwandelt werden; durch Entziehung des Wärmeſtoffs aber müſſen ſie auch wieder niedergeſchlagen werden; und eben daher rühret es, daß manche Nebel einen eigenen Geruch beſitzen. Von dieſer Art ſind diejenigen Nebel, welche wenig oder gar nicht aufs Hygrometer wirken, und gemeiniglich **trockene Nebel, Landrauch, Heiderauch, Höhenrauch, Sonnenrauch** genannt zu werden pflegen. Zu dieſen gehörte der merkwürdige Nebel, welcher im Sommer 1783 ſich nicht allein über ganz Europa, ſondern auch bis in einige entferntere Meere erſtreckte.

Dadurch

Dadurch erſchien die Sonne ganz roth, die Luft war faſt immer ſchwül und drückend, und zeigte ſich durch das Eudiometer ſtark phlogiſtiſiret. Dieſe Erſcheinung hat viele Schriften veranlaſſet α). Die Entſtehung dieſes Höhenrauchs haben einige einer plötzlich auf naſſe Witterung erfolgten Wärme zugeſchrieben; andere haben vermuthet: daß er mit dem im Febr. 1783 vorhergegangenen ſchrecklichen Erdbeben in Calabrien eine gewiſſe Verbindung habe β). Herr **de la Lande** γ) fand in den meteorologiſchen Regiſtern der pariſer Akademie von Julius 1764 ein ähnliches Phänomen aufgezeichnet, und vermuthet daher, daß es mit der auf dem Mondcykel beruhenden Witterungsperiode von 19 Jahren zuſammenhange.

Nebelſterne, Nebelflecke (ſtellae nebuloſae, étoiles nebuleuſes) heißen diejenigen Sterne, welche man am Himmel als weiße Wölkchen ſiehet. Durch Fernröhre betrachtet ſcheinen ſie in drey Claſſen ſich bringen zu laſſen; die erſtere zeigt ſich als einzelne in einem Nebel eingehüllte Sterne, die andere beſtehet aus verſchiedenen Häuflein kleiner Sterne oder **Sternhaufen**, die dritte endlich enthält bloß neblichte Stellen, wie Lichtſchimmer, die eigentlich mit dem Namen **Nebelflecken** beleget werden.

In dem berliner aſtronomiſchen Jahrbuche für 1779 iſt ein Verzeichniß von 75 Nebelſternen angegeben worden, welche größtentheils Herr **Bode** erſt entdecket hat. Abbildungen und Beſchreibungen von den vorzüglichſten derſelben findet man in dem von Herrn **Bode** herausgegebenen Himmelsatlas

α) Gedanken über den ſo lang angehaltenen ungewöhnlichen Nebel von F. v. B. (v. Beroldingen) Braunſchweig 1783. 8. Mich. Torcia an Toaldo zu Padua von dem Höhenrauch 1783 in Neapel und Calabrien, im deutſchen Merkur. April 1784. *Senebier* ſur la vapeur, qui a regné pendant l'été de 1783. in *Rozier* Journal de phyſ. May 1784. ephemerides ſocietat. meteorolog. Palat. in obſeruat. anni 1783.

β) Vom Erdbeben auf Island im Jahre 1783. durch S. M. Holm, aus dem Däniſch Copenh. 1784. 8. S. 66 u. f.

γ) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. II, St. 2, S. 89 f.

melsatlas auf dem 30ſten Blatte. Ihre Anzahl aber hat ſich ſeit dieſer Zeit durch teleſkopiſche Beobachtungen von **Bigott, Darquier,** und beſonders von **Herſchel** gar ſehr vermehret. Letzterer gab im Jahre 1786 ein Verzeichniß von Nebelflecken und Sternhauſen heraus, welches er in 8 Claſſen abgetheilet hat [α]), und das er im Jahre 1789 noch mit einem zweyten Tauſend vermehret hat [β]). Hierbey bemerket er zugleich, daß der größte Theil derſelben rund ſey, und ihr Glanz gegen den Mittelpunkt zu immer mehr zunehme. Selbſt die irregulairen beſitzen an irgend einer Stelle einen blitzenden Punkt. Sie ſcheinen aus gleichförmig verbreiteten Sternen zu beſtehen, welche ſich einander regelmäßig nähern.

Was die Sternhauſen betrifft, ſo iſt der größte unter ſelbigen die ſo genannte Krippe im Krebſe. **Galilei** beobachtete darin 36 kleine Sternchen, **Bode** aber gibt deren 40 nach **Maraldi** und **de la Hire** an. Mehrere kleinere Sternhauſen finden ſich an verſchiedenen andern Stellen des Himmels. Es iſt die Erſcheinung der Sternhauſen ein Phänomen, welches ſich zeigen muß, ſo oft wir von der Erde aus eine große Menge Sterne nach einerley Gegend, oder beynahe in gerader Linie ſehen. So nahe auch alle dieſe Sterne einander zu liegen ſcheinen, ſo können ſie doch in unermeßlichen Abſtänden von einander entfernet ſeyn. Es iſt auch möglich, daß dieſe Sternhauſen eigene Fixſternſyſteme ausmachen, welche mit demjenigen Aehnlichkeit haben, zu welchem unſere Sonne mit gehöret. M. ſ. **Milchſtraße.**

Unter den eigentlichen Nebelflecken iſt der merkwürdigſte am Schwerte des Orions, welchen **Huygens** entdecket hat, und welcher mit einem ſchwachen Lichte umgeben iſt. Ueber die Erſcheinungen der Nebelflecken ſind die Meinungen ſehr getheilt geweſen. Einige haben ſie für unförmliche Lichtmaſ-

α) Catalogue of one thouſand new Nebulae and cluſtres of ſtars. Lond. 1786. 4.

β) Philoſoph. tranſact. Vol. LXXIX. P. I. 1789.

Lichtmaſſen gehalten. Nach Herrn **Bode** aber ſcheinen ſie nicht mehr zu dem Fixſternſyſteme unſerer Milchſtraße zu gehören, ſondern weit jenſeits derſelben in den unendlichen Gefilden des Weltraums zu ſtehen. Vielleicht könnten es wohl noch mehrere ſo genannte Milchſtraßen oder Sammlungen zahlloſer Fixſternſyſteme im Weltraume geben, wie auch **la Place** vermuthet, und uns einige in dieſen Nebelflecken ſichtbar werden, ſo daß wir nur den vereinigten Glanz ihrer eigenen Sonnen unter der Erſcheinung eines ſchwachen Lichtſchimmers erblicken. In einer neuern Abhandlung zeigt aber Herr **Herſchel** *), daß man nicht alle ſolche Erſcheinungen für Sterngruppen erklären könne; denn man nehme manche ganz kreisförmig gewahr, welche genau im Mittelpunkte ein helles Sternchen beſäßen, ſo daß der denſelben umgebende kreisförmige Lichtſchimmer als wahre Atmoſphäre zu betrachten ſey, und daß man gar nicht darauf verfallen könne, ſolche Nebelflecke aus einer Menge von Sternen beſtehen zu laſſen. Man fühle ſich aber doch hierbey beſtändig geneigt zu glauben, daß alles, was in einem ſo engen Räumchen beyſammen geſehen werde, auch wirklich zuſammengehöre oder verbunden ſey. Es müſſe alſo doch Sterne mit ſchwachen Lichtatmoſphären geben, wie unſere Sonne mit dem Zodiakallichte; auch könne vielleicht eine ſolche Lichtmaterie, wie um Sterne wahrgenommen werden, auch ohne Sterne da ſeyn. Auf dieſe Weiſe ließe ſich auch das teleſkopiſche Nebellicht erklären, welches um den Orion einen großen Theil des Himmels einnimmt.

M. ſ. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 633. 634. deſſen Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Abſchn. III. Abtheil. 4.

Nebenmonden (paraſelenae, paraſelenes). Hierunter verſteht man Bilder des Mondes, welche ſich bisweilen außer dem wahren Monde am Himmel zeigen. Sie ſind gewöhnlich mit weißen oder ſtrahligen Streiſen begleitet.

*) Philoſoph. transact. 1791. Vol. LXXXI. P. I. art. 4.

ter. Wahrſcheinlich hat die Entſtehung der Nebenmonde mit der der Nebenſonnen einerley Grund. M. ſ. **Nebenſonnen.**

Beyſpiele von beobachteten Nebenmonden von der Römer Zeiten an bis zur Mitte des 18ten Jahrhunderts findet man geſammelt bey **Muſſchenbroek** *).

Nebenplaneten, Trabanten, Monden, Satelliten der Planeten (planetae ſecundarii, lunae, ſatellites planetarum, planètes du ſecond ordre, ſatellites) heißen diejenigen Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems, welche ihre Umläufe um ihre Hauptplaneten machen, und mit dieſen zugleich um die Sonne geführet werden. So iſt unſer Mond ein Nebenplanet oder Trabant der Erde.

Vor der Entdeckung der Fernröhre war nicht mehr als der einzige Trabant, der Mond unſerer Erde bekannt. Ja man hielt ſelbſt dieſen in den ältern Syſtemen für einen Hauptplaneten, welcher ſich mit den übrigen um unſere Erde bewege. Nach dem copernikaniſchen Syſteme hingegen glaubte man, daß unſere Erde der einzige Planet ſey, welcher vorzugsweiſe von einem Trabanten begleitet würde. Allein nach Erfindung der Fernröhre beobachtete man bald, daß außer der Erde mehrere Planeten ihre Begleiter beſitzen.

Im Jahre 1609 entdeckte **Simon Marius**, oder **Mayer** zu Anſpach, Mathematikus der brandenburgiſchen Marggrafen in Franken, durch ein holländiſches Fernrohr, welches erſt nach Deutſchland gekommen war, bey dem Jupiter, der damahls rechtläufig war, kleine Sternchen, welche nicht immer einerley Lage unter ſich und gegen andere Sterne behielten, und bald zur Rechten bald zur Linken beym Jupiter ſich befanden. Er vermuthete daher, daß dieſe Sterne keine Fixſterne ſeyn konnten, ſondern er kam vielmehr auf den Gedanken, daß ſie dem Jupiter als Begleiter zugehörten, und beobachtete ſie in dieſer Rückſicht vom 29 Decemb. bis zum 12 Jan. 1610 durch beſſere Gläſer genauer. Er wurde von dieſem Geſchäfte durch eine Reiſe bis

*) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2474.

bis zum 8ten Febr. abgehalten; von dieſem Tage aber ſetzte er ſeine Beobachtungen fort, und ward um den Anfang des März völlig überzeuget, daß dieſe vier Sternchen wirkliche Tranbanten des Jupiters wären. Dieſe ſeine Entdeckungen machte er erſt im Jahre 1614 in einer eigenen Schrift α) bekannt, worin er die Sterne ſeinen Marggrafen zu Ehren ſidera Brandenburgica nannte, und ſie zugleich mit Tafeln über ihre Bewegungen begleitete. Er hatte aber bereits ſeine Entdeckung im fränkiſchen Kalender von 1612 erzählet, wie Herr **Beckmann** β) aus den geſammelten Nachrichten der ökonomiſchen Geſellſchaft in Franken anführet.

Inzwiſchen hatte auch **Galilei** durch ein von ihm zuſammengeſetztes Fernrohr dieſe vier Sterne am 7ten Jan. 1610 wahrgenommen, und ſie weit genauer, als **Marius** beobachtet. Auch machte er dieſe ſeine Entdeckung noch in dem nämlichen Jahre bekannt γ). Die Bewegungen dieſer Trabanten gab er viel beſtimmter, als **Marius**, an, und nannte ſie zu Ehren des großherzoglich-toskaniſchen Hauſes ſidera Medicea. In eben dieſem Jahre wurde dieſe Entdeckung von **Kepler** δ) völlig beſtätiget.

Noch hat ein Aſtronom in England, **Thomas Harriot**, ohne mit großer Wahrſcheinlichkeit etwas **von Marius** zu wiſſen, ſehr frühzeitig, nämlich von 16ten Jan. 1610 bis 26ten Febr. 1612 die Jupitersmonden durch Hülfe der Fernröhre beobachtet. M. ſ. **Sonnenflecken**.

Man kann die Jupitersmonde ſchon durch mittelmäßige Fernröhre von 2 bis 3 Fuß ſehen. Die Stellung derſelben ändert ſich jeden Augenblick; ſie machen ihre Schwingungen auf beiden Seiten des Planeten, und nach der ganzen Länge dieſer Schwingungen beſtimmt man die Ordnung dieſer Trabanten,

α) Mundus Iouialis an. 1609. detectus, ope perſpicilli Belgici. Norib. 1614. 4.
β) Beyträge zur Geſchichte der Erfindung. B. I. S. 117.
γ) Nuncius ſidereus. Venet. 1610. 4. u. Frf. 1910. 8.
δ) Narratio de obſeruatis a ſe quatuor Iouis ſatellitibus erronibus. Pragae 1610. 4. Frf. 1611. 4.

banten, ſo daß man denjenigen den erſten nennt, deſſen Schwingung die kürzeſte iſt. Zuweilen ſieht man ſie über Jupiters Scheibe hinweggehen, und ihre Schatten darauf werfen. Treten ſie zwiſchen die Sonne und den Jupiter, ſo verurſachen ſie auf dieſen Planeten wahre Sonnenfinſterniſſe. Auch werden ſie oft beym Umlaufe um ihren Planeten, wenn ſie gleich noch weit von der Scheibe desſelben entfernet ſind, verfinſtert, welches erfolget, wenn ſie in den Schatten der Planeten kommen. M. ſ. **Finſterniſſe**. Aus allen dieſen Erſcheinungen iſt aber klar, daß ſie an ſich dunkle Körper ſind, und ihr Licht eben ſo, wie unſer Mond, von der Sonne erhalten.

Das genaueſte Hülfsmittel zur Beſtimmung ihrer Bewegungen iſt die Beobachtung ihrer Verfinſterungen. Aus der Vergleichung ſolcher um einen großen Zeitraum entfernter und in der Nähe von Oppoſitionen der Planeten beobachteter Verfinſterungen erhält man ſehr genau ihre mittlere Bewegungen aus Jupiters Mittelpunkte geſehen. Auf dieſe Art findet man, daß die Bewegung der Jupiterstrabanten beynahe kreisförmig und gleichförmig iſt, weil dieſe Vorausſetzung der Verfinſterungen, wobey wir dieſen Planeten in der nämlichen Lage gegen die Sonne ſehen, ziemlich nahe Genüge thut. Daher kann man die Lage der Jupiterstrabanten aus des Planeten Mittelpunkte geſehen für jeden Augenblick beſtimmen.

Die erſten genauern Tafeln über die Bewegung der Jupitersmonde hat der ältere **Caſſini** [α]) 1668, und noch vollkommener Herr **Wargentin** 1746 geliefert. Man findet die letztern in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln [β]) für den berliner Meridian eingerichtet, und mit daraus gezogenen Bewegungstafeln begleitet. Die periodiſchen Umläufe dieſer Trabanten um den Jupiter ſind nach Wargentin,

α) Ephemerides Bononienſes Mediceorum ſiderum. Bononiae 1668. fol. Tables des ſatellites de Jupiter reformées ſur des nouvelles obſervat. Paris 1693. 4.

β) Berlin 1776. 8. B. III. S. 31 f.

gentin, und ihre Entfernungen vom Jupiter in Halbmeſſern des letztern ausgedruckt nach **Caſſini**, folgende:

	periodiſcher Umlauf				Entfernung
1ter Trabant —	1 Tag	18 Stu.	27 Min.	33 Sek. —	6,0
2ter —	— 3 —	13 —	13 —	42 —	— 9,5
3ter —	— 7 —	3 —	42 —	33 —	— 15,1
4ter —	— 16 —	16 —	32 —	8 —	— 26,6

Es findet auch hierbey das kepleriſche Geſetz Statt, daß ſich die Quadratzahlen der Umlaufszeiten, wie die Würfel der Entfernungen verhalten. Der Umlauf der Trabanten erfolget nach der Ordnung der Zeichen, und erſcheinet uns, wenn ſie hinter dem Jupiter ſtehen, rechtläufig, wenn ſie aber vor ihm ſind, rückläufig.

Noch genauere Tafeln der Jupiterstrabanten hat **de Lambre** geliefert. Es gründen ſich dieſe vorzüglich auf die Theorie der allgemeinen Attraction, wobey nur die unentbehrlichſten Beſtimmungsſtücke von den Beobachtungen entlehnet ſind. Nach dem Urtheile des Herrn **la Place** haben dieſe Tafeln den Vorzug, ſich über alle Jahrhunderte zu erſtrecken, indem ſie dieſe Beſtimmungsſtücke in eben dem Maße berichtigen, als ſie beſſer bekannt ſeyn werden. Um aber die Theorie, welche dieſen Tafeln zur Grundlage gedient hat, feſtzuſetzen, war es nöthig, die Maſſen der Trabanten und die Abplattung des Jupiters durch Näherung zu kennen. Zur Beſtimmung dieſer 5 unbekannten Stücke waren auch 5 durch Beobachtung gegebene nöthig. **La Place** hat hiernach die Maſſen der Trabanten, die Maſſe des Jupiters = 1 genommen, auf dieſe Art angegeben:

1ter Trabant	—	0,0000172011.
2ter —	—	0.0000237103.
3ter —	—	0,0000872128.
4ter —	—	0.0000544681.

Die Neigung der Ebenen der Bahnen des erſten, zweyten und dritten Trabanten gegen die Ekliptik beträgt ungefähr $3\frac{1}{2}°$, und die von dem vierten etwa $2\frac{1}{2}°$. Die Ebene der Jupitersbahn aber neiget ſich gegen die Fläche der Ekliptik

ptik unter dem kleinen Winkel von 1° 19′. Daraus folget, daß die Fläche, in welcher das Syſtem des Jupiters liegt, ſich nur wenig gegen unſer Auge neiget. Die Knoten der Bahnen der Trabanten fallen um 14° ≈ und 14° ♌. Wenn daher Jupiter in dieſen Punkten geſehen wird, ſo ſcheinen die Trabanten in gerader Linie und genau durch des Jupiters Mittelpunkt zu rücken; ſteht er hingegen in 14° ♉ und in 14° ♏, ſo erſcheinen die von den Trabanten beſchriebenen Bahnen am weiteſten entfernt.

Durch ein Modell vom Syſtem des Jupiters, oder durch das ſogenannte **Jovilabium**, welches ſich **Caſſini** zuerſt zu ſeinem Gebrauche verfertiget hatte, und welches nachher von **Weidler** *) iſt beſchrieben worden, laſſen ſich die Stellungen der Trabanten von der Erde aus betrachtet für eine jede Zeit leicht finden. Um ein ſolches Jovilabium zu verfertigen, werden nach einem beliebigen Maßſtabe, den Halbmeſſer des Jupiters = 1 genommen, die Bahnen der Trabanten auf Kartenblätter beſchrieben und ausgeſchnitten. Hierauf wird auf einem Brete mit einem beliebigen größern Halbmeſſer als den vom 4ten Trabanten ein Kreis für die Ekliptik beſchrieben, und dieſe gehörig in Zeichen und Graden abgetheilet. Die Mittelpunkte der Scheiben von Kartenblättern werden mittelſt eines Stiftes mit dem Mittelpunkte der Ekliptik vereiniget, ſo daß ſie ſich um denſelben umdrehen laſſen, und ihre Ränder hierauf nach der täglichen Bewegung eines jeden Trabanten um den Jupiter abgetheilet. Im Mittelpunkte wird Jupiter abgezeichnet, und über den Stift noch zwey ſchmale Regeln, eine für die Geſichtslinie der Erde zum Jupiter, und die andere für die von der Sonne zum Jupiter gehende Linie, welche hintern Jupiter die Lage des Schattens beſtimmt. Um nun die Stellung des Trabanten für eine gegebene Zeit zu finden, wird ihre Länge aus dem Jupiter geſehen aus den Tafeln genommen, und ein jeder Trabant vermittelſt einer der Regeln auf den gehörigen Ort ſeiner Bahn geſchoben. Hiernächſt

*) Explicatio Jovilabii Caſſiniani. Vitemb. 1727. 4.

nächſt wird ohne Verrückung der Scheiben die eine Regel nach dem heliocentriſchen, und die andere nach dem geocentriſchen Ort des Jupiters gerichtet, und das Jovilabium iſt richtig geſtellt. Mißt man alsdann die ſenkrechte Entfernung der Trabanten von der letzten Regel, und trägt ſie vom Mittelpunkte einer gehörig großen Scheibe, welche den Jupiter vorſtellt, auf die eine oder andere Seite, ſo gibt die daraus entſtehende Zeichnung den Stand von der Erde aus geſehen richtig an. Gibt man dabey nun noch Acht, wie die Knotenlinie der Trabantenbahn liegt, ſo läßt ſich beurtheilen, ob die Trabanten unter oder über den Mittelpunkt des Jupiters oder der Fläche ſeiner Bahn ſtehen. Auf dieſe Art iſt in mehreren Ephemeriden, z. B. den wiener, dem berliner aſtronomiſchen Jahrbuche u. ſ. f. für eine gewiſſe Stunde einer jeden Nacht die Stellung der Trabanten verzeichnet.

Die ſcheinbaren Durchmeſſer der Jupiterstrabanten ſind viel zu klein, als daß man ſie mittelſt des Fadennetzes oder des Mikrometers meſſen könnte. Vermuthungen hierüber hat man jedoch aus der Zeit hergeleitet, welche ſie brauchen, in Jupiters Schatten zu treten. Allein es kömmt hier ſehr viel auf die Güte der Augen und der Fernröhre an. **Maraldi's** und anderer Bemühungen hierüber erzählet **de la Lande** α). So hat **Maraldi** gefunden, daß der dritte Trabant, welcher der größte iſt, $\frac{1}{18}$, die drey übrigen aber $\frac{1}{20}$ vom Durchmeſſer des Jupiters hatten. Da nun Jupiter über 11 Mahl im Durchſchnitt größer als unſere Erde iſt, ſo folgt, daß der Durchmeſſer der Trabanten etwa die Hälfte vom Durchmeſſer der Erde haben, und daß dieſe daher um 8 Mahl kleiner als die Erde ſeyn werden. Auch erſcheinen ſie nicht alle Mahl gleich helle, woraus man ſchließt, daß ſie helle und dunkele Flecken beſitzen, und ſich um eine Achſe drehen.

Der **P. Rheita** β) glaubte außer dieſen 4 Trabanten des Jupiters noch 5 neue Begleiter deſſelben entdeckt zu haben.

α) Aſtronomie §. 2979.

β) Oculus Enochi atque Eliae ſ. radius ſidereo-myſticus. Antv. 1655. fol.

haben. Allein es waren 5 Sterne des Waſſermanns, welche Jupiter verließ, als er aus ſeiner Stelle fortrückte.

Als **Huygens** den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß beobachtete, ſo entdeckte er am 25ten März 1655 einen Saturnusmond [α]), deſſen Umlaufszeit er angab. Erſt 16 Jahre darnach ſahe der ältere **Caſſini** mit einem Fernrohre von 17 Fuß einen zweyten, mit Fernröhren von 35 bis 70 Fuß am Ende des 1672ten Jahres einen dritten. Noch 12 Jahre darauf bediente er ſich der Objektivgläſer, welche **Ludwig** XIV mit vielen Koſten von **Campani** in Bologna hatte verfertigen laſſen. Durch ſolche Fernröhre, wovon das größte 136 Fuß lang war, entdeckte er noch zwey andere Saturnustrabanten [β]). In England zweifelte man noch über 30 Jahre an der Richtigkeit dieſer caſſiniſchen Entdeckungen, bis im Jahre 1718 **D. Pound** durch ein Objektivglas von 123 Fuß Brennweite den Saturn von 5 Trabanten begleitet entdeckte.

In den neuern Zeiten hat endlich noch Herr **Herſchel** durch ſein 40 füßiges Spiegelteleſkop zwey andere Saturnusmonde entdecket, nämlich den einen am 18ten Aug. 1789 und den andern den 17ten Septemb. darauf. Es ſtehen dieſe beiden zunächſt am Saturn. Herr **Herſchel** hat von dieſen in den philoſophiſchen Tranſaktionen [γ]) Nachricht ertheilet, wo auch Tafeln für alle ſieben Trabanten mit einer ſehr großen Zeichnung von 6 Bahnen vorkommen. Damit nun die Ordnung nicht geſtöret werden möge, in welcher man ſie bisher gezählet hat, nennt er die beiden neuen den **ſechsten** und **ſiebenten**, ſo daß der ſiebente der innerſte iſt. Schon **Huygens** [δ]) hat mehr Saturnustrabanten gemuthmaßet, als die damahls bekannten fünf, einen zwiſchen den vierten und fünften, wegen ihres großen Zwiſchen-

 raums,

α) De ſaturni luna obſerv. noua; ingl. Syſtema ſaturnium; in *Chr. Hugenii* opp. Tom. III.

β) *Du Hamel* Regiae ſcienc. Academiae hiſtoria ad annum 1684. Cap. III. p. 244.

γ) Vol. LXXX. art. 23.

δ) Coſmotheorus. Lib. II.

raums, und mehrere über den fünften hinaus; mithin doch nicht an der Stelle, wo ſich die neuentdeckten befinden.

Die vier erſten Saturnustrabanten, ſo wie der ſechste und ſiebente bewegen ſich ſehr nahe in der Ebene des Saturnusringes. M. ſ. **Saturn.** Die Bahn des fünften aber nähert ſich mehr der Ebene der Ekliptik, und iſt gegen dieſe unter einem Winkel von 15° geneigt. Wegen der ſtarken Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik erſcheinen ſie mehrentheils elliptiſch, und die Trabanten ſtehen nicht in ſo gerader Linie, wie die beym Jupiter. Auch ſind ihre Verfinſterungen ſeltener, und wegen der großen Entfernung des Saturnus ſchwer zu beobachten, um ihren ungleichen Lauf zu bemerken. Nur beym vierten hat man dergleichen wirklich geſehen [α]). Was die ſcheinbaren Durchmeſſer dieſer Trabanten betrifft, ſo läßt ſich darüber gar nichts beſtimmtes feſtſetzen. Sie erſcheinen nicht immer gleich helle. Das Licht des fünften Trabanten beſonders wird, wenn er auf der Morgenſeite des Saturnus ſtehet, ſo ſchwach, daß es ſchwer wird, ihn gewahr zu werden, welches nur von den Flecken herrühren kann, wie ſchon **Huygens** [β]) vermuthet hat, die die Halbkugel, welche er uns zuwendet, bedecke; aber um uns dieſe Erſcheinung beſtändig in der nämlichen Lage zu zeigen, wird erfordert, daß ſich dieſer Trabant, wie der Mond unſerer Erde, in einer Zeit, die der ſeines Umlaufs um den Saturn gleich iſt, um ſich ſelbſt drehe. Dieß hat auch **Herſchel** [γ]) durch direkte Beobachtungen ſeiner Flecken beſtätiget. Wahrſcheinlich findet dieß bey allen Satelliten Statt.

Tafeln über die ältern Saturnusmonden haben auch **Jakob Caſſini** [δ]) und **D. Pound** gegeben. Sie dienen aber nur größtentheils dazu, um die Trabanten jedes Mahl zu erkennen, oder ihre Stellen von der Erde aus betrachtet

[α]) Mémoir de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1757.
[β]) Coſmotheorus p. 100.
[γ]) Philoſoph. transact. Vol. LXXXI. LXXXII.
[δ]) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcieuc. de Paris 1716. und in den Elémens d'Aſtronomie. Paris 1740.

trachtet zu finden. Hierbey hat man die Umlaufszeit des größten oder des vierten, den **Huygens** zuerſt entdecket hat, zum Grunde geleget, und aus dieſer in Verbindung mit der größten Entfernung der Monden vom Saturn nach den kepleriſchen Regeln die Umlaufszeiten der übrigen geſchloſſen. Man findet die caſſiniſchen Tafeln in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln *).

Die periodiſchen Umlaufszeiten und die Entfernungen vom Saturn der fünf erſten nach **Caſſini**, der beiden neuern aber nach **Herſchel**, die Entfernungen in Halbmeſſern des Saturns ausgedrückt, ſind folgende:

	periodiſcher Umlauf				Entfernung
1ter Trabant	1 Tag	21 Stun.	18 Min.	27 Sek.	4,50
2ter	2	17	44	22	5,76
3ter	4	12	25	12	8,05
4ter	15	22	34	38	18,67
5ter	79	7	47	0	54,20
6ter	1	8	50	0	3,6
7ter	0	23	45	0	2,8

Von einem **Saturnilabium**, wodurch man die Stellung der Trabanten, wie die Jupitersmonde beym Jovilabium, für jede Zeit leicht finden könne, redet **de la Lande** ⁎).

Herr **Herſchel**, welcher im Jahre 1781 den neuen Planeten **Uranus** entdeckte, hat nachher auch durch ſein 20 füßiges Teleſkop gefunden, daß ſelbiger von zweyen **Trabanten** oder **Monden** begleitet werde, welche ſich beynahe in kreisförmigen und auf der Ebene der Ekliptik faſt lothrechten Bahnen bewegen. Er ſahe dieſe Trabanten zuerſt den 11ten Jan. 1787. Am 7ten Febr. verfolgte er den einen von 8 Uhr Abends bis 8 Uhr Morgens, ſahe ihn 9 Stunden lang ſeinen Hauptplaneten getreu begleiten, und einen Theil ſeiner Bahn beſchrieben. Schon am 15ten Febr. war es ihm möglich, hiervon mit der Beſtimmung der Umlaufszeiten der königlichen Societät zu London Nachricht zu erthei-

*) Philoſoph. transact. 1718. n. 356.
⁎) Aſtronomie §. 2994.

theilen α). Die Umlaufszeiten mit den ſcheinbaren größten Entfernungen vom Uranus ſind nach ihn folgende:

	Umlaufszeit	Entfernung
für den innerſten	— 8 Tag. 17 Stu. 1 Min. 19,3 Sek.	— 33″,09
für den äußern	— 13 — 11 — 5 — 1,5 —	— 44″,23

Uebrigens ſchätzt er dieſe Körper nicht viel kleiner als die Trabanten des Jupiters.

Außer den Monden der Erde, des Jupiters, des Saturnus und des Uranus hat man auch bey der Venus einen Mond wahrnehmen wollen. **Franz Fontana** hat zuerſt Beobachtungen im Jahre 1646 angeſtellet; allein Herr **Käſtner** erinnert, daß ſolche Beobachtungen, welche ſich bloß auf Abbildungen der Venus gründen, durch ſchlechte Fernröhre betrachtet, ſehr unrichtig als Wahrnehmungen eines Venusmondes angeführet werden. Andere dahin gehörige Beobachtungen ſind von **Caſſini** 1686, **Short** 1740, **Montaigne** 1761, **Rödkier**, **Horrebow** und **Montbarran** 1764. Der Ritter **Wargentin** β) beobachtete die Venus in der nämlichen Zeit, wie **Montaigne**, ohne einen Trabanten bey ſelbiger wahrzunehmen, und verwundert ſich, daß man ihn in einem ſo großen Zeitraume von 90 Jahren nicht mehr als 3 Mahl und gleichſam in der Eil ſolle geſehen haben. **Lambert** γ) hat alles zuſammen geſammelt, was etwa für die Beobachtung eines Venustrabanten dienen könnte, und hieraus eine Theorie für ſeinen Lauf mit Tafeln berechnet. Hieraus ſchien zu folgen, daß er den 1ten Juni 1777 in der Sonnenſcheibe zu ſehen ſey. Allein man hat nichts dergleichen wahrgenommen. Es ſcheint alſo ſein Daſeyn noch zweyfelhaft, und vielleicht die ganze Sache ein Irrthum der Beobachter geweſen

α) Philoſoph. transact. for. 1788. Vol. LXXVIII. P. II. n. 22.

β) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. 1761, der käſtner. Ueberſetz. S. 178.

γ) Mémoir. de l'Académie de Pruſſe 1733. Vom Trabanten der Venus in den berliner Ephemeriden für 1777. Samml. S. 178. 1778. S. 116.

weſen zu ſeyn. Der P. Hell α) zeiget, daß ſich bey der Betrachtung eines ſo glänzenden Planeten, wie die Venus iſt, ein Bild desſelben auf der Pupille entwirfft, daß ſich wieder im Okularglaſe ſpiegelt, und leicht für einen Venusmond gehalten werden könne.

M. ſ. *Weidler* hiſtoria aſtronomiae. Viteb. 1741. 4. Cap. XV. §. 6. 12. 92. 120. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde Th. I. §. 433 u. f. 449 u. f. **Käſtner** Anfangsgründe der Aſtronomie §. 197 u. f. §. 202. 265. 276. **la Place** Darſtellung des Weltſyſtems Th. I. S. 77 f. 86 f. 89. Th. II. S. 98 u. f.

Nebenſonnen (parhelii, parhelia, parélies ou parhélies) ſind Bilder der Sonne, welche ſich bisweilen außer der wahren Sonne am Himmel zeigen. Sie ſind meiſtentheils durch einen hellen, auch wohl gefärbten Ring unter einander verbunden, oder haben auch ſchweifähnliche Stücke eines ſolchen Ringes an ſich.

Die Nebenſonnen, welche die Alten geſehen haben, erzählen **Ariſtoteles** β) und **Plinius** γ), letzterer mit Benennung der Conſuls, unter welchen man Nebenſonnen zu Rom geſehen hat. In den neuern Zeiten iſt das ſogenannnte römiſche Phänomen, welches **Scheiner** am 20 März 1629 wahrgenommen hat, ſehr berühmt, weil es das erſte ſeiner Art war, das die Naturforſcher darauf aufmerkſam machte. Es wird alſo beſchrieben:

Der Ort des Beobachters zu Rom iſt a (fig. 121.), ſein Zenith b, die wahre Sonne c, a b eine Ebene durch den Ort des Beobachters, die wahre Sonne und das Zenith. Um die Sonne c gingen zwey nicht geſchloſſene aber farbichte Ringe, der kleinere d e f vollſtändiger und vollkommener, jedoch bey d f unterbrochen und offen, ob er ſich gleich bisweilen zu ſchließen ſchien; der andere g h i aber weit bläſſer und kaum zu erkennen. Der dritte Kreis k l m n

war

α) Ephemerides Viennenſ. 1766. in append.
β) Meteor. III. 2.
γ) Hiſtor. natur. II. 32.

war ſehr groß, ganz weiß, ging mitten durch die Sonne, und allenthalben mit dem Horizonte parallel. Anfangs war dieſer Kreis ganz, gegen das Ende von m nach n aber bloß und unterbrochen, daß er faſt gar nicht zu erkennen war. In dem Durchſchnitte dieſes Kreiſes mit dem farbigen Ringe g h i zeigten ſich zwey nicht ganz vollkommene Nebenſonnen n und k, wovon dieſe ſchwächer jene ſtärker glänzte. In ihrer Mitte leuchteten ſie faſt eben ſo ſehr, wie die wahre Sonne, allein nach dem Rande hin hatten ſie Farben, wie der Regenbogen, und waren da auch nicht rund und glatt abgeſchnitten, ſondern ungleich und höckrig. Die Nebenſonne n war beſtändig in zitternder Bewegung, und warf einen feuerfarbenen Schweif n p von ſich. Jenſeit des Zeniths zeigten ſich noch zwey andere Nebenſonnen l und m, nicht ſo glänzend wie jene aber ründer und weiß, wie der Kreis, worin ſie ſtanden. Die Nebenſonne m verſchwand früher als l, wie auch der Ring auf dieſer Seite. Auch verſchwand die Nebenſonne n eher als k, und ſo wie jene abnahm, nahm dieſe an Glanz zu, und verſchwand zu allerletzt. Die Ordnung der Farben in den Kreiſen d e f, g h i war wie bey Höfen, nämlich das Rothe zunächſt der Sonne; auch war der Durchmeſſer des einen Kreiſes 45°.

Andere Beobachtungen dieſer Art von **Gaſſendi**, **de la Hire**, **Caſſini**, **Gray**, **Halley** werden von **Muſſchenbroek** [a]) angeführet. Eine der ſchönſten und ſeltenſten unter allen iſt die, welche **Hevel** zu Danzig [b]) machte, der am 20. Febr. 1661 ſieben Nebenſonnen auf ein Mahl ſahe. Dieſes heveliſche Phänomen ſcheint alle weſentliche Abwechſelungen dieſes ſchönen Schauſpieles, welche man ſonſt oft einzeln geſehen hat, zu vereinigen. Es unterſcheidet ſich dieſe Erſcheinung von der römiſchen nur darin, daß drey farbige Kreiſe um die Sonne gehen, deren äußerſter über

a) Introduct. ad philoſoph. natur. Tom. II. §. 2455.
b) De rariſſimis quibusdam paraſelinis ac pareliis h. ſ. Mercurio in ſole viſo. Gedani 1662. fol. p. 173.

über b hinausliegeſ, und daß bey h und e noch kleine gegen die Sonne erhabene Bogen von horizontalen Kreiſen zu ſehen ſind. Die Nebenſonnen befinden ſich alle in Durchſchnitten der Kreiſe und Bogen, nur eine einzige zeigt ſich im großen horizontalen Kreiſe bey q der wahren Sonne gegen über, und der feuerfarbene Schweif p n erſtreckt ſich nicht gerade aus, ſondern krümmt ſich im Bogen, als ein Theil des Kreiſes n m l k.

Gewöhnlich ſind die Nebenſonnen von Höſen begleitet, welche zum Theil weiß, zum Theil wie Regenbogen gefärbet ſind. Ihre Größe und Anzahl iſt verſchieden, die Breite iſt aber alle Mahl dem ſcheinbaren Sonnendurchmeſſer gleich. Meiſtentheils geht ein großer weißer mit dem Horizonte paralleler Kreis durch alle Nebenſonnen, und würde, wenn er ganz wäre durch den Mittelpunkt der Sonne gehen. Bisweilen erſtrecken ſich um dieſen Kreis noch farbige Bogen von kleinern concentriſchen Kreiſen, welche da, wo ſie die Kreiſe berühren, noch mehr Nebenſonnen bilden. Die Schweiſe ſind jederzeit Stücken dieſer Kreiſe, und erſcheinen oft einzeln. Die Ordnung der Farben an den bunten Kreiſen iſt wie an den Regenbogen; einwärts gegen die Sonne ſind ſie roth, wie es mehrentheils bey den Höſen um die Sonne zu ſeyn pfleget. Die Erſcheinungen der Nebenſonnen dauern ein, zwey, drey, auch vier Stunden, und in Nordamerika ſollen ſie einige Tage anhalten, und vom Aufgange der Sonne bis zum Untergange ſichtbar bleiben. **Muſſchenbroek** [a]) ſahe im Jahre 1753 eine merkwürdige Erſcheinung dieſer Art. Es war nur eine einzige Nebenſonne, welche aber drey Schweiſe hatte, zwey mit dem Horizonte parallel, und denn dritten ſenkrecht aufwärts gerichtet von 12° Länge. Auch hat man mehrere Mahl die Sonne mit aufwärts oder niederwärts gerichteten leuchtenden Schweifen auf- oder untergehen geſehen. So erzählet **Wales** [b]), daß in der Hudſonsbay ſolche Lichtſtreiſen

a) Introd. ad philoſoph. natur. §. 2457.
b) Philoſoph. tranſact. Vol. LX. p. 129.

ſen jederzeit beym Aufgange der Sonne geſehen werden. Sie ſteigen nämlich mit der Sonne zugleich in die Höhe, und beugen ſich, ſo wie ſie länger werden, gegen einander, bis ſie gerade über die Sonne in dem Augenblicke, da ſie aufgehet, zuſammenkommen, und daſelbſt eine Art von Nebenſonne bilden. Im Jahre 1722 hat **Malezieu** drey Sonnen gerade und dicht über einander geſehen, welche deutlich abgeſchnitten waren, wovon die unterſte den Horizont berührte, und die mittlere die wahre Sonne war. Andere Erſcheinungen dieſer Art werden von **Muſſchenbroek** erzählet.

Carteſius in ſeinen Meteoren und der Catoptrik verſuchte es zuerſt, eine Erklärung von der Entſtehung der Nebenſonnen zu geben. Er nimmt an, daß eine große Menge gefrorner Dünſte durch entgegengeſetzte Winde zuſammengetrieben würden, wodurch ein ſehr großer Eiscylinder ſich bilde, welcher das darauf fallende Licht nach allen Seiten hin zurückwerfe, und ſolchergeſtalt den großen horizontalen Kreis auf den herumliegenden Wolken bilde. **Dechales** hält es bloß im Allgemeinen für möglich, daß die Nebenſonnen durch Zurückwerfung des Sonnenlichtes von den Wolken unter gewiſſen Umſtänden entſtehen möchten. Er erzählet zugleich, daß ſich auf eine ähnliche Weiſe zu **Veſul** in Bourgogne ein Bild des Erzengels Michael in den Wolken abgebildet, und alle Zuſchauer in ein großes Schrecken verſetzet hätte.

Huygens *) hat die Entſtehung der Nebenſonnen auf folgende Art zu erklären geſuchet. Weil die Nebenſonnen beſtändig von Höfen begleitet ſind, ſo meinet er auch, ſie könnten nicht anders als von einer ähnlichen Urſache herrühren. Er nahm daher ſtatt der kleinen kugelförmigen Hagelkörner (m. ſ. **Höfe**) kleine aufrecht ſchwebende durchſichtige Eiscylinder oder Eisnadeln (ſpecula glacialia) mit undurchſichtigen Kernen an. Hieraus erkläret er die Entſtehung des großen weißen horizontalen Kreiſes durch die Zurückwer-

*) Philoſoph. tranſact. Vol. V. no. 60. Diſſ. de coronis et parheliis; in opp. reliquis. Amſterd. 1728. 4.

rückwerſung der Sonnenſtrahlen von der Außenfläche dieſer aufrecht ſchwebenden Cylinder. Dieß zeiget er deutlich durch eine Zeichnung eines ſolchen Cylinders im Großen, und des Weges, welchen die zurückgeworfenen Strahlen der Sonne nehmen müſſen. Denn jeder Punkt der Sonne erleuchtet einen Kreis von Cylindern, deſſen ſcheinbare Höhe mit der Höhe des erleuchteten Punktes einerley iſt. Dadurch muß nothwendig ein gewiſſer durch die Sonne gehender horizontaler Ring von gleicher Breite mit derſelben entſtehen. Die beiden Nebenſonnen bey n und k läßt **Huygens** von eben dieſen aufrecht ſchwebenden cylindriſchen Eisnadeln entſtehen, aber vermittelſt einer gedoppelten Brechung der Sonnenſtrahlen. Es können nämlich wegen des undurchſichtigen Schneekernes von den Eiscylindern zwiſchen k und n keine Strahlen ins Auge kommen, daher auch nach ihm die Entfernung dieſer beiden Nebenſonnen von einander deſto größer wird, je größer der undurchſichtige Kern gegen den ganzen Cylinder iſt. Die Sonne ſcheinet am helleſten durch die außerhalb k und n befindlichen und zugleich nächſt daran liegenden Eisnadeln, etwas auch noch durch die darauf folgenden, aber immer ſchwächer und ſchwächer bis auf eine gewiſſe Weite. Daher entſtehet der Schweif der Nebenſonnen, welcher nach der Richtung des weißen Kreiſes hinläuft, und dieſen, ſo weit er ſich erſtrecket, heller machet. Was den außerordentlichen Glanz dieſer Nebenſonnen betrifft, ſo laſſe ſich dieſer ſehr leicht erklären, wenn man bedenke, daß ein jeder Cylinder nach ſeiner Länge glänze, dagegen die Kügelchen bey den Erſcheinungen der Höfe und des Regenbogens nur wenig Licht geben, ſo daß ein einziger Cylinder vielleicht mehr leuchte, als 10 ſolche Kügelchen zuſammen genommen.

Die farbigen Ringe d e f und g h i erkläret **Huygens** zwar nicht, wie die Höfe, aus Kügelchen, aber doch aus den halbkugelförmig abgerundeten Enden der Eiscylinder, welche die Nebenſonnen bilden. Die Entſtehung der beiden Nebenſonnen l und m hinterwärts in dem weißen Kreiſe leitet

leitet er auch aus der Brechung des Lichtes in den Eisnadeln dieſer Gegend ab, und erweiſet, daß ſie in dieſem großen weißen Kreiſe ſich befinden müſſen, und berechnet zugleich die Entfernung derſelben von einander auf 90°. Auch gibt er durch Rechnung an, daß dieſe Nebenſonnen gar nicht entſtehen, wenn die Sonne eine Höhe von 25° beſitzet, und der Durchmeſſer des undurchſichtigen Kreiſes gegen den Durchmeſſer des ganzen Eiscylinders größer als 59 gegen 100 iſt. Nach dieſer Theorie erkläret **Huygens** ſehr glücklich die ganze römiſche Erſcheinung und **Hevels** gemachte Beobachtung.

Weidler α) will zwar **Huygens** Hypotheſe zur Erklärung der Höfe nicht gelten laſſen, billiget aber doch deſſen Vorſtellung von der Entſtehungsart des horizontalen Ringes bey der Erſcheinung der Nebenſonnen vermittelſt gefrorner cylindriſcher Dünſte. Auch führet **Muſſchenbroek** an, daß ſolche Eistheilchen bisweilen, nachdem die Nebenſonnen verſchwunden, aus der Luft gefallen, wie **Maraldi**, **Weidler** und **Kraft** bemerket haben wollen, nur hat man ſie nie in der Mitte undurchſichtig, ſondern alle Mahl durchſichtig gefunden. Auch ſey nach **Ellis's** und **Middleton's** Berichten in Nordamerika die Luft mit dergleichen Eisnadeln von ſolcher Größe angefüllt, daß man ſie mit den Augen ſehen könne.

Einige Einwendungen aus Beobachtungen an einer Erſcheinung von Nebenſonnen in Schweden genommen führet **Mallet** β) gegen Huygens Hypotheſe an.

Auch Herr **Hube** γ) iſt der Meinung zugethan, daß in der Luft ſchwebende vertikale Eisnadeln irgend wo angehäuſet würden, und wegen ihrer Glätte gleichſam wie ein Spiegel wirkten. Hätte alsdann das Auge des Beobachters eine ſolche Lage, daß die auf dieſe zuſammengedrängten Eisna-

α) Diſſ. de parheliis a. 1736. viſis. Viteb. 1783. 4.
β) Abhandl. der ſchwediſch. Akad. der Wiſſenſch. B. XXV. S. 47.
γ) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre Th. II. Leipz. 1793. 8. S. 549.

Eiſnadeln reflektirten Sonnenſtrahlen in ſelbiges kommen könnten, ſo würde es auch das Bild der Sonne, folglich eine Nebenſonne empfinden.

Wenn man auch die Vorſtellung von den in der Luft ſchwebenden Eisnadeln nicht ganz zugeben wollte, ſo lehren doch die Beobachtungen, daß die Entſtehung der Nebenſonnen mit den Nebeln und Dünſten in einer nothwendigen Verbindung ſtehen. Man kann ſich daher dieſe Sache ſchwerlich anders vorſtellen, als daß die Kreiſe in den Nebeln und Dünſten entſtehen, dieſe mögen nun aus kleinen Waſſertröpfchen oder Bläschen beſtehen. Indeſſen hat noch kein Naturforſcher ganz befriedigend zeigen können, wie dieſe Kreiſe hervorgebracht werden.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſophiam naturalem Tom. II. §. 2454 ſqq. **Prieſtley** Geſchichte der Optik, durch **Klügel** S. 441 u. ſ.

Nebenbewohner (perioeci, perioeciens) heißen die Bewohner ſolcher Oerter auf der Erdfläche, welche zwar unter einerley Breiten oder Parallelkreiſen, aber in entgegengeſetzten Punkten derſelben oder in entgegengeſetzten Mittagskreiſen liegen. Die Nebenbewohner haben einerley Jahreszeiten, aber entgegengeſetzte Tagesſtunden.

Negative Elektricität ſ. **Elektricität.**

Neigung der Magnetnadel (inclinatio acus magneticae, inclinaiſon de l'aiguille magnetique) heißt der Winkel, unter welchem eine auf einer Spitze frey ſchwebende Magnetnadel, wenn ſie noch vor dem Magnetiſiren ins Gleichgewicht gebracht iſt, nach dem Magnetiſiren gegen die Horizontalfläche geneigt iſt. Wenn man nämlich eine vollkommene ausgearbeitete Magnetnadel, noch ehe ſie magnetiſiret wird, auf eine Spitze völlig ins Gleichgewicht bringt, ſo findet man nach der Beſtreichung derſelben mit dem Magnete, daß ſie dieſes Gleichgewicht verloren hat. Sie neiget ſich nunmehr mit der einen Spitze unter die Horizontalfläche, und nimmt auf dieſe Art eine ſchiefe oder gegen den Horizont geneigte Lage an. Dieſe Neigung zei-

get ſich an den meiſten Orten der Erde, jedoch nicht überall auf gleiche Art und unter gleichen Winkeln.

In dem größten Theile der nördlichen Halbkugel unſerer Erde iſt es der Nordpol der Magnetnadel, welcher ſich gegen den Horizont neiget, indem ſich der ſüdliche Pol erhebt, und dieſe Neigung nennt man die **nördliche** (inclinatio borealis). Die nördliche Neigung nimmt zu, je weiter der Ort vom Aequator abſtehet, oder je größer ſeine Breite iſt. In der ſüdlichen Hälfte unſerer Erde macht die Spitze des Südpols der Magnetnadel die Neigung, indem ſich der Nordpol erhebet, und dieſe Neigung wird die **ſüdliche** (inclinatio auſtralis) genannt. Auch dieſe Neigung nimmt nach dem Verhältniß der Breite des Ortes zu. Die Orte der Erde, wo die Nadel gar keine Neigung zeiget, fallen zwar zwiſchen beiden Hälften der Erdkugel, aber nicht genau in den Aequator der Erde. Selbſt an ein und demſelben Orte iſt die Neigung in der Folge der Zeit veränderlich.

Um die Neigung der Magnetnadel an einem Orte zu beobachten, dienen eigene Compaſſe, welche **Neigungscompaſſe, Neigungsnadeln** genannt werden (inclinatoria, aiguilles d'inclinaiſon). **Robert Normann** ſoll den erſten Neigungscompaß verfertiget, und hiermit im Jahre 1756 zu London die Inclination der Nadel 71° 50′ nördlich beobachtet haben [α]). **Wolf** [β]) beſchreibet folgende einfache Einrichtung eines Neigungscompaſſes: a b c d (fig. 122.) iſt ein nicht gar zu breiter meſſingener Ring, welcher an dem Haken a frey aufgehangen werden kann. An dem Durchmeſſer d b hin, welcher die magnetiſche Mittagslinie vorſtellet, werden zwey ſchmale meſſingene Streifen angelöthet. Mitten in dieſen Streiſen werden Lagen für die Zapfen der Magnetnadel gemacht, damit ſie ſich innerhalb denſelben frey bewegen kann. Hierbey muß der Mittelpunkt der

α) *Gilbert* de magnete L. I. c. 1. und *van Muſſchenbroek* diſſ. phyſ. experim. de magnete. cap. III. in ſeinen diſſert. phyſ. et geometr. Lugd. Batav. 1729. 4.

β) Nützliche Verſuche. Th. III. Cap. 4. §. 61.

der Nadel, durch welchen die Zapfen hindurchgehen, genau mit dem Mittelpunkte des Ringes zuſammenfallen. Ein jeder Quadrant ab, bc, cd, da wird aufs genaueſte in ſeine 90 Grade eingetheilet, und die Grade von b gegen a, von b gegen c u. ſ. f. gezählet. Will man nun hiermit die Neigung der Magnetnadel beobachten, ſo wird dieſer Compaß ſo geſtellet, daß die Linie db mit der Mittagslinie des Magnetismus zuſammenfällt; die beſtrichene Neigungsnadel wird alsdann die ſchiefe Richtung ef annehmen, und durch die Bogen be und df die Größe der Neigung oder des Winkels bge angeben.

Bey dieſer Einrichtung aber ſieht man bald, daß das Reiben der Zapfen in den Lagern in Anſehung der genauen Stellung der Nadel ein nicht ganz geringes Hinderniß iſt, daher auch ſchlechte Neigungsnadeln, wenn ſie beweget werden, nie wieder genau in die vorige Stellung kommen. Dieſerwegen gab im Jahre 1743 die königl. Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris eine Preisaufgabe über die Verbeſſerung des Neigungscompaſſes auf. Dieß veranlaßte die Herren **Daniel Bernoulli**, **Euler** und **de la Tour** [α]) in den gekrönten Preisſchriften die Fehler der gewöhnlichen Magnetnadel aufzuſuchen, und ihnen ſo viel als möglich durch andere Mittel abzuhelfen. Die vorgeſchlagenen Mittel gehen dahin, daß ſich die Axe der Nadel auf einer wagrechten Ebene drehe, und daß durch Hinzuſetzung kleiner Gewichte die Nadel beynahe ſchon die Stellung erhalte, welche ihr die magnetiſche Neigung geben will. Mehrere Nachrichten hiervon findet man in einer eigenen Abhandlung des Herrn **Wilke** [β]). Der jüngere **Euler** [γ]) hat die Theorie von der Neigung der Magnetnadeln am vollſtändigſten abgehandelt. Auch ſind von **Brander** und **Höſchel** vollkomme-

α) Recueil de pieces ſur les bouſſoles d'inclinaiſon. à Paris 1748. 4.
β) Abhandl. der königl. ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. auf das Jahr 1768. B. 30. S. 209 u. f.
γ) Theorie de l'inclinaiſon de l'aiguille magnetique; in den Mémoir. de Berlin 1755.

kommenere Neigungscompaſſe, welche von ihnen ſelbſt verfertiget ſind, beſchrieben worden [α]).

Cavallo [β]) führet an, daß man in England die von **Wolf** beſchriebene Einrichtung beybehalte, der Nadel aber die in der fig. 123. abgebildete Geſtalt gebe. Dabey bleibe aber ein gedoppelter Fehler. Denn vors erſte befinde ſich der Ruhepunkt am untern Theile der Axe, welche doch keine mathematiſche Linie ſey; es erhalte daher diejenige Hälfte der Nadel, welche ſich erhebe, mehr Entfernung vom Ruhepunkte und ein größeres Moment, als die, welche ſich ſenke; dieſe Ungleichheit vermehre ſich, je größer die Neigung werde, und bey der vertikalen Stellung der Nadel ſey die Hälfte derſelben über dem Ruhepunkte um den ganzen Durchmeſſer der Axe größer, als die untere Hälfte; daher ſey die Wirkung des Magnetismus der Erde auf beiden Enden ungleich, und dieſer Fehler laſſe ſich gar nicht verbeſſern. Vors zweyte aber könnten auch die Nadeln leicht durch anhängende Feuchtigkeit u. dergl. aus dem Gleichgewichte kommen, ohne es zu bemerken. Endlich gibt er den Rath, daß man nach jeder Beobachtung die Pole der Nadel durch künſtliche Magnete umkehren, die Neigung alsdann noch ein Mahl beobachten, und zwiſchen beiden Beobachtungen das Mittel nehmen ſolle.

Uebrigens muß bey der Beobachtung ſelbſt nicht allein alles Eiſen entfernet, ſondern auch die Nadel genau in den magnetiſchen Meridian gebracht werden. Bey der geringſten Abweichung des letztern wird die Neigung alle Mahl zu groß gefunden; und wenn der Durchmeſſer bd die magnetiſche Mittagslinie ſenkrecht durchſchneidet, ſo ſtellt ſich eine gute Nadel völlig lothrecht. Dieß hat **Daniel Bernoulli** bemerket, und zugleich den Satz erwieſen, daß ſich die Cotangente der Neigung wie der Coſinus des Winkels verhalte, welchen die Vertikalfläche durch die Nadel mit dem magnetiſchen Meridiane macht.

Wolf

α) Beſchreib. des magnetiſch. Declinatorii u. Inclinatorii Augsb. 1779. 8.
β) Abhandl. d. Lehre vom Magnet a. d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 157 u. f.

Wolf *) hat verſchiedene Beobachtungen, in Rückſicht der Neigung der Magnetnadel, welche **Noel** im Jahre 1706 auf ſeiner Reiſe nach Indien angeſtellet hat, mitgetheilet; damahls war die Neigung zu Liſſabon 48° 10′ nördlich, unter der Linie 10° 30′, und bey etwa 7° ſüdlicher Breite ward ſie Null; bey 25° 40′ ſüdlicher Breite ſchon 67° ſüdlich, und bey 35° 25′ ſüdlicher Breite ſtand die Nadel vertikal. Es ſcheinen daher dieſe Beobachtungen nicht richtig zu ſeyn.

Nach zuverläſſigern Beobachtungen für neuere Jahre gibt folgende von **Cavallo** entlehnte Tabelle die Neigung der Nadel an:

Breite		Länge		Neigung		Jahr
Nördl.		Oeſtl.		Nördl.		
53°	55′	193°	39′	69°	10′	1778.
49	36	233	10	72	29	
		Weſtl.				
44	5	8	10	71	34	1776.
38	53	12	1	70	30	
34	57	14	8	66	12	
29	18	16	7	62	17	
24	24	18	11	59	0	
20	47	19	36	56	15	
15	8	23	38	51	0	
12	1	23	35	48	20	
10	0	22	52	44	12	
5	2	20	10	37	25	
		Oeſtl.		Südl.		
16	45	208	12	19	28	
19	28	204	11	41	0	
21	8	185	0	39	1	1777.
35	55	18	20	45	37	1774.
41	5	174	3	63	49	1777.
45	47	166	15	70	5	1773.

 Herr

*) Nützliche Verſuche Th. III. S. 218 u. f.

Herr **Baili** hat die Neigung der Magnetnadel unter 47° 50′ nördlicher Breite und 131° öſtlicher Länge von 73° 32′, und Herr **Phipps** die unter 79° 44′ nördlicher Breite von 26° öſtl. Länge von 82° gefunden, welches gegenwärtig die größte Neigung iſt, die man mit Zuverläſſigkeit beobachtet hat. In Frankreich, England und Deutſchland iſt jetzt die Neigung 71° bis 73°. In der Folge der Zeit ändert ſich zwar die Neigung der Magnetnadel an ein und demſelben Orte, aber ſehr langſam, und iſt daher viel beſtändiger, als die Abweichung der Magnetnadel. Für London war ſie nach **Cavallo** im Jahre 1576, 71° 50′; im Jahre 1775, 72° 31′, daß folglich etwa in 300 Jahren eine Aenderung nur um 13′ Statt fand, wenn man ſich auf die ältern Beobachtungen ſicher verlaſſen kann. Von andern Schriftſtellern wird aber dieſe Veränderung weit größer angegeben. Zu Berlin war nach **Bode** im Jahre 1755 die Neigung 71 ¾° und im Jahre 1769, 72 ¾°. Ueberhaupt aber ſind über die Neigung der Nadeln nicht ſo zahlreiche Beobachtungen angeſtellet worden, als über die Abweichung derſelben. Denn ſelbſt der Seefahrer begnüget ſich bloß, demjenigen Theile der Compaßnadel, welcher, ſo wie er unter andere Himmelsſtriche ankömmt, ſich mehr oder weniger über den Horizont erhebet, ſo lange mit etwas Wachs oder dergleichen ſchwerer zu machen, bis die Nadel ſich wieder in der nöthigen horizontalen Stellung zeiget.

Wenn auf einer Landkarte die Orte bemerket werden, an welchen die Nadel zu einer gewiſſen Zeit einerley Neigung gezeiget hat, und dieſe durch Linien mit einander verbunden werden, ſo erhält man dadurch krumme Züge, welche **Neigungslinien** heißen. Dieſe durchkreuzen ſich mit den Abweichungslinien, und ſcheinen ebenfalls ſich auf gewiſſe Punkte der Erdfläche zu beziehen. Die Linie z. B., wo die Neigung Null iſt, geht im atlantiſchen Meere etwa durch 10 Grad ſüdlicher, im indiſchen Meere durch 8° nördlicher Breite, und muß alſo irgendwo zwiſchen beiden Orten Aequator der Erde durchſchneiden. So wenige Beobachtungen

achtungen man auch über die Neigung der Magnetnadel hat, ſo hat doch Herr **Wilke** [a]) aus **Cunninghams**, des P. **Feuillee**, **de la Caille** und Capit. **Ekebergs** Beobachtung eine Neigungskarte entworfen. Auch findet man die Neigungslinien auf den Karten des Pr. **Funk** [b]) verzeichnet.

Seitdem man ſich bemühet hat, die Urſache von der Abweichung der Magnetnadel anzugeben, hat man auch zugleich den Grund von der Neigung anzugeben geſuchet. M. ſ. **Abweichung der Magnetnadel**. Als man aber den Magnetismus der Erde, den bereits **Gilbert** gelehret hatte, durch die entdeckten Methoden der Vertiefung künſtlicher Magneten immer mehr beſtätiget fand, ſo fing man auch an, die Neigung der Nadel als eine nothwendige Folge dieſes Magnetismus der Erdkugel zu betrachten. Stellt man ſich unſere Erde als einen Magneten vor, deſſen Pole (fig. 124.) A und B ſind, und es wird eine Magnetnadel ab durch die Punkte 1, 2, 3, 4 u. ſ. des magnetiſchen Meridians herumgeführet, ſo ſieht man leicht, daß die Nadel nach und nach die in der Figur gezeichneten Lagen beym Herumführen annehmen muß. Bey den Polen A und B wird ſie nämlich vertikal ſtehen, weil bey 1 das Ende b von dem Punkte A ſo ſtark angezogen, das andere Ende a aber ſo ſtark abgeſtoßen wird, daß der andere entferntere Pol B der Erde gar keine Aenderung darin bewirken kann. In den Stellen bey 4 und 10 wird die Magnetnadel völlig wagrecht liegen, weil hier beide Pole der Erde gleich ſtark wirken, mithin bloß a gegen B und b gegen A gekehret iſt. In den zwiſchenliegenden Stellen hingegen wird ſie eine ſchiefe Lage annehmen, ſo daß ſie mit dem einen Ende deſto ſtärker von dem näheſten Pole der Erde angezogen, mithin deſto mehr vertikal gegen die Erde gerichtet ſeyn muß, je näher ſie dieſem Pole lieget.

 Um

a) Verſuch einer magnetiſchen Neigungskarte in den ſchwed. Abhandl. für das Jahr 1768. B. 30. d. deutſch. Ueberſetz. S. 209.

b) Die nördliche und ſüdliche Erdoberfläche, auf die Ebene des Aequators projicirt. Leipz. 1781.

Um dieſes Geſagte einigermaßen zu beſtätigen, kann man den Verſuch im Kleinen mit einer ſo genannten Terelle anſtellen; freylich wird man aber hierbey nicht in aller Strenge die nämlichen Neigungen, wie auf der Oberfläche der Erdkugel finden. Denn nothwendig muß die Stärke der Anziehung und Abſtoßung der beiden Enden einer Magnetnadel von der Erde etwas verſchieden von der beym Verſuche im Kleinen ausfallen, indem im erſten F lle die Länge der Nadel gegen den Erddurchmeſſer in gar keine Betrachtung kommen kann; im andern Falle hingegen ein merkliches Verhältniß gegen den Durchmeſſer der Terelle beſitzet. Indeſſen wird doch dadurch auf eine genugthuende Art bewieſen, daß der Magnetismus der Erde die alleinige Urſache der Neigung ſey.

Der jüngere **Euler** nahm an, daß der magnetiſche Nordpol 14, der Südpol 45 Grade von den Erdpolen abſtünden (M. ſ. **Abweichung der Magnetnadel** Th. I. S. 36.). Dieſe Euleriſche Vermuthung ſcheint Wilkens Neigungskarte ſehr zu begünſtigen; nach dieſer ſcheint nämlich der Nordpol des Magnets um oder über die Baffinsbay zu fallen. In Anſehung des Südpols mangeln noch hinlängliche Beobachtungen der Neigung, wiewohl Herr **Wilke** aus einigen Umſtänden glaublich macht, daß er in das ſtille Meer zwiſchen Afrika und Neuſeeland falle, wohin ihn auch **Euler** ſetzet, daß er aber vom Südpole der Erde nur etwa 20°, mithin nicht, wie **Euler**, 35° abſtehe. **Noel** fand aus ſeinen Beobachtungen, daß die Nadel unter Madagaſcar vertikal ſtand, und daraus ſchloß **Muſſchenbroek**, daß es daſelbſt noch einen ſüdlichen Pol geben müſſe; allein es ſcheint **Noel** ſeine Nadel nicht genau im magnetiſchen Meridiane gebracht, und daher an allen Orten die Neigung derſelben viel zu groß gefunden zu haben. Denn ſeine Beobachtungen ſtimmen mit den andern Beobachtungen nur an denjenigen Orten überein, wo die Nadel wagrecht bleibt, für welche Orte es aber gleichgültig iſt, ob man ſie in den magnetiſchen Meridian bringt oder nicht.

Wüßte

Wüßte man genau die Lage der beiden magnetiſchen Pole der Erde, und wäre es außerdem bekannt, nach welchem Geſetze die magnetiſchen Kräfte durch Anziehung und Zurückſtoßung wirkten, ſo würde es nicht ſchwer ſeyn, durch Hülfe der Mathematik zu beſtimmen, wie groß die Neigung der Nadel für jeden gegebenen Ort der Erdfläche ſey. **Tobias Mayer** hat etwas ähnliches in ſeiner unter dem Artikel, **Abweichung der Magnetnadel**, angeführten ungedruckten Abhandlung verſuchet. Aus dieſer ſeiner Theorie ſuchet er die Größen der Neigung für verſchiedene Orte der Erde herzuleiten, welche von den wirklich beobachteten nicht ſehr viel abweichen. So findet er z. B. die Neigung für Paris 71° 9′; für Berlin 71° 46′, für Torneå 75° 38; für Quito 34° 48′ nördlich; am Cap der guten Hoffnung 24° 47′ ſüdlich, da man ſie durch wirkliche Beobachtungen am erſten Orte 75°, am andern 71° 45′, am dritten 77°, am 4ten 17° nördlich und am fünften 41° 44′ ſüdlich gefunden hat.

In Anſehung der Veränderung der Neigung an einerley Orte läßt ſich ſchließen, daß die magnetiſchen Pole der Erde ſich nach und nach in andere Stellen verrücken, welches auch die Abweichung der Magnetnadel zu beweiſen ſcheinet. Nach der Vermuthung des Herrn **Wilke** rückt der Nordpol langſam ſüdoſtwärts fort, und der Südpol macht eine demſelben entgegengeſetzte Bewegung.

Ja die Neigung der Magnetnadel ſcheint ſelbſt täglichen zufälligen Veränderungen unterworfen zu ſeyn, wovon aber die bisherigen Beobachtungen viel zu unbedeutend ſind, um nur etwas mit Wahrſcheinlichkeit darüber ſagen zu können. Uebrigens ſind auch ſelbſt die Neigungscompaſſe noch viel zu unvollkommene Werkzeuge, um damit dergleichen feine Beobachtungen anzuſtellen.

M. ſ. **Wolfs** nützliche Verſuche Th. III. Halle 1723. 8. Cap. 4. §. 61. *Pet. v. Muſſchenbroek* diſſ. de magnete in den diſſ. phyſ. et geomet. Lugd. Batav. 1729. 4.

Tiber. Cavallo Abhandlung der Lehre vom Magnet, aus dem Engl. Leipz. 1788. 8. S. 55 f.

Neigung der Bahn (inclinatio orbitae, inclinaiſon de l'orbite) heißt in der Aſtronomie der Winkel, welchen die Bahn eines Planeten oder Kometen mit der Erdbahn oder mit der Ekliptik macht. Aus der Geometrie iſt es hinlänglich bekannt, daß der Neigungswinkel einer Ebene gegen eine andere gefunden wird, wenn man durch irgend einen Punkt der Durchſchnittslinie auf ſelbige in beiden Ebenen ſenkrechte Linien ziehet. Wäre nun bey der Durchſchnittslinie der Ebene einer Planetenbahn mit der Ebene der Ekliptik dieſer Punkt gerade der Mittelpunkt der Sonne, ſo iſt alsdann der Neigungswinkel zugleich der größte Winkel, um welchen der Planet aus der Sonne geſehen jemahls von der Ebene der Erdbahn abweichen kann, oder er iſt die größte heliocentriſche Breite des Planeten. M. ſ. **Breite, Heliocentriſch**. Daraus folget alſo, daß die Neigung der Bahn der größten heliocentriſchen Breite eines Planeten gleich iſt.

Ein Planet hat die größte Breite in den Punkten ſeiner Bahn, welche von ſeinen Knoten um 90° entfernet ſind. Wenn man daher an dieſen Stellen ſeine heliocentriſchen Breiten aus Beobachtungen berechnet, ſo gibt die größte darunter die Neigung ſeiner Bahn. Jedoch zeigt die Aſtronomie noch andere und beſſere Methoden, die Neigung der Bahn zu finden.

Weil ſich die Planeten nie weit von der Ekliptik entfernen, ſo folgt auch daraus, daß die Neigungen ihrer Bahnen nur gering ſind. Nach **de la Lande** ſind ſie folgende:

Merkur	—	7°	0′	0″	
Venus	—	3	23	20	
Mars	—	1	51	0	
Jupiter	—	1	19	10	
Saturn	—	2	30	20	
Uranus	—	0	43	35	nach **Bode**

Die Neigung der Mondbahn iſt wegen der Einwirkung der Sonne

Sonne veränderlich, und zwiſchen 5° 1′ und 5° 17′ enthalten. Was die Neigungen der übrigen Nebenplaneten betrifft ſ. m. den Artikel, **Nebenplaneten.**

Es geſchiehet alſo der Umlauf der Planeten um die Sonne nicht völlig, aber doch beynahe in einerley Ebene, und ſie rücken alle nach einerley Richtung, nämlich nach der Folge der Zeichen, fort. Es ſcheint daher das Zuſammenfallen der Bahnen um einerley Ebene auf einen gemeinſchaftlichen Urſprung der Bewegung aller Planeten hinzuweiſen.

Was die Neigung der Kometenbahnen betrifft, ſo iſt dieſe bey einigen ſehr groß, ſo daß ſie die Ekliptik faſt ſenkrecht durchſchneiden.

Neigungscompaß, Neigungsnadel ſ. **Neigung der Magnetnadel.**

Neigungsloth ſ. **Einfallsloth.**

Neigungswinkel ſ. **Einfallswinkel.**

Netzhaut ſ. **Auge.**

Neumond (Nouilunium, nouvelle lune). So nennt man die Erſcheinung der völlig dunkeln von der Sonne abgewendeten Halbkugel des Mondes, auch oft die Zeit, zu welcher wir dieſe Erſcheinung gewahr werden. M. ſ. **Mondphaſen.** Wenn nämlich der Mond mit der Sonne in Conjunktion iſt, und folglich derſelbe zwiſchen der Sonne und der Erde ſich befindet, ſo werden wir die dunkle Scheibe oder wenigſtens einen Theil davon wegen des Glanzes der Sonnenſtrahlen nicht eher ſehen, als wenn er uns ganz oder zum Theil vor die Sonnenſcheibe tritt; alsdann verurſachet aber der Neumond eine wahre Sonnenfinſterniß, welche mithin nie anders, als zur Zeit des Neumondes erfolgen kann.

Kurz nach dem Neumonde erſcheinet der Mond gleich nach dem Untergange der Sonne nicht weit von derſelben als eine ſichtbare ſchmale Sichel, und fängt alſo eine Reihe ſeiner Erſcheinungen oder einen Mondwechſel an. Daher ſind die Benennungen des Neumondes in allen Sprachen entſtanden.

Für

Für diejenigen Völker, welche ſich der Mondenjahre oder Mondenmonathe zu ihrer Zeitrechnung bedienen, beſtimmt der Neumond den Anfang des Monaths. Ehe man wußte, wie die Zeit des wahren Neumondes zu finden war, gebrauchte man den Erleuchtungsmonath, und belegte die Wiedererſcheinung des Mondes, welche etwa nach 1 bis 2 Tagen nach dem Neumonde erfolget, mit dem Nahmen **Neumond.**

Neunzigſter (nonageſimus, nonagéſime) heißt derjenige Punkt der Ekliptik, welcher für einen gegebenen Zeitpunkt von den beiden eben im Horizonte befindlichen Punkten der Ekliptik, oder von den Punkten des Auf- und Unterganges, um 90 Grade entfernet iſt.

Die Ekliptik hat gegen den Horizont alle Augenblicke eine veränderte Lage, wenn ſich gleich beide Kreiſe, als größte, beſtändig zur Hälfte ſchneiden. Man nennt die Punkte, worin die Ekliptik den Horizont an der Oſt- und Weſtſeite ſchneidet, die **Punkte des Auf- und Unterganges**, und eben der **Neunzigſte** iſt von dieſen Punkten um 90° entfernet. Führt man durch den Neunzigſten einen Vertikalkreis, ſo iſt alsdann der Bogen desſelben zwiſchen der Ekliptik und dem Horizonte die **Höhe des Neunzigſten**, und zugleich das Maaß des Winkels, welchen die Ekliptik mit dem Horizonte in dieſem Augenblicke macht.

Der Neunzigſte iſt von demjenigen Punkte der Ekliptik, welcher zu dieſer Zeit im Mittageskreiſe ſtehet, und der **culminirende Punkt** genannt wird, verſchieden. Dieſer culminirende Punkt iſt nämlich jederzeit von den Punkten des Auf- und Unterganges um ungleiche Bogen entfernet, wenn nicht dieſe Punkte mit den Nachtgleichungspunkten zuſammenfallen. In dieſem letztern Falle iſt einer von den Solſtitialpunkten zugleich culminirender Punkt und Neunzigſter. Befindet ſich aber einer von den Nachtgleichungspunkten im Mittagskreiſe, ſo fällt der Neunzigſte am weiteſten

ſten Abends- oder Morgenwärts, oder ſein Azimuth wird ein Größtes.

Man kann den Neunzigſten durch Auflöſung eines ſphäriſchen Dreyecks berechnen, wenn die Polhöhe des Ortes, Schiefe der Ekliptik und Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage gegeben ſind. Es wird der Neunzigſte vorzüglich gebrauchet bey Berechnung des kosmiſchen und akroenktiſchen Auf- und Untergangs und der Finſterniſſe.

Neutralſalze (ſalia neutra, enixa, ſalſa, ſels neutres) ſind zuſammengeſetzte Salze, welche aus der innigſten Verbindung der Säuren mit den Alkalien als Produkte entſtehen. Es haben nämlich die Alkalien gegen die Säuren große Verwandtſchaft, und verlieren durch ihre Verbindung mit denſelben nicht nur ihren eigenthümlichen, ſondern auch die Säuren ihren ſauren Geſchmack, und beide erhalten nach ihrer Vereinigung einen eigenen Geſchmack. Sie vernichten gleichſam einander in ihren vorigen Eigenſchaften durch ihre Verbindung, und wenn das Verhältniß beider gehörig getroffen worden, ſo wirkt das Gemiſch alsdann weder als Säure noch als Alkali, ſondern es iſt vielmehr ein wahres Neutralſalz. Ein ſolches Neutralſalz, welches völlig geſättiget iſt, macht den Veilchenſyrup weder roth noch grün, die Lakmustinktur nicht roth, das mit ſchwacher Säure roth gefärbte Lakmuspapier und Fernambucpapier nicht blau, und die gelbe Farbe der Curcumawurzel nicht braun.

Sonſt nannte man die Neutralſalze **vollkommene Mittelſalze**, indem man überhaupt unter Mittelſalzen auch diejenigen mit begriff, welche aus der Verbindung der Säuren mit den abſorbirenden Erden entſtehen; allein ſeit **Bergmanns** Zeiten hat man dieſen letztern nur den Nahmen Mittelſalze gegeben, und dieſe von denjenigen, von welchen hier die Rede iſt, unterſchieden. M. ſ. **Mittelſalze.**

Eine jede Säure gibt mit jedem der drey Alkalien eine eigene Art von Neutralſalz; demnach läßt ſich die Anzahl der unterſchiedenen Neutralſalze beſtimmen, wenn man die

Anzahl

Anzahl der bekannten Säuren mit den dreyen Alkalien multipliciret. Alle dieſe Neutralſalze unterſcheiden ſich unter einander ſehr merklich in ihrem Geſchmacke, in ihrer Auflösbarkeit im Waſſer, in ihrer Kryſtallengeſtalt, in ihrer Feuerbeſtändigkeit und Flüchtigkeit und in ihrem Verhalten gegen andere Körper. Auf dieſen Eigenſchaften beruhet noch ein wichtiger Unterſchied, ſowohl unter den Alkalien ſelbſt, als auch unter den Säuren. Denn nur diejenige Säure hat man von einer andern als weſentlich verſchieden zu betrachten, welche mit eben dem Alkali ein Neutralſalz bildet, das weſentlich von dem verſchieden iſt, welches dieſe damit gibt.

Ein jedes Neutralſalz erhält nach der neuern Chemie ſeinen Nahmen von der Säure, woraus es entſtanden, mit dem Zuſatze des Alkali, das mit jener eine Verbindung eingegangen iſt; als z. B., die **ſchwefelgeſäuerte Potaſche (vitrioliſirter Weinſtein)** (tartarus vitrioli ſatus, ſulfate de potaſſe), **die ſchwefelgeſäuerte Soda (Glauberſalz)** (ſal mirabile Glauberi, ſulfate de ſoude), das **ſchwefelgeſäuerte Ammoniak (Glaubers geheimer Salmiak)** (ſal ammoniacum ſecretum Glauberi, ſulfate ammoniacal), u. ſ. f.

Die beiden feuerbeſtändigen Alkalien haben durchgehends eine nähere Verwandtſchaft gegen die Säuren, als das Ammoniak, und ſie zerſetzen daher die mit dieſem bereiteten Neutralſalze, welche man auch mit dem beſondern Nahmen **Ammoniakſalze** (ſalia ammoniacalia) beleget. Das flüchtige Alkali wird durch jene von den Säuren abgeſchieden. In den meiſten Fällen hat auch die Potaſche eine nähere Verwandtſchaft zu den Säuren als die Soda.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 324 u. f.

Newtonſches Teleſkop ſ. **Spiegelteleſkop.**

Nichtleiter ſ. elektriſche **Körper.**

Nickel (Niccolum, Nickel) iſt ein eigenes von **Cronſtedt** im Jahre 1751 zuerſt entdecktes Metall. Das

unter

unter dem Nahmen **Kupfernickel** (cuprum Niccoli) bekannte rothgelbe Erz ward ſonſt nach **Henkel** und **Cramer** unter die Kupfer- oder Koboltterze gerechnet. **Cronſtedt** *) zog zuerſt aus dieſem Erze einen König, welcher von den übrigen Metallen verſchieden war, und welchem er den Nahmen **Nickelkönig** oder **Nickel** gab. Da aber dieſer König noch ſehr unrein war, ſo gab ſich **Bergmann** β) ſehr viele Mühe, ſelbigen mehr zu reinigen, und überhaupt ſeine Eigenſchaften und Verhältniſſe näher zu beſtimmen. Nach der Verſchiedenheit der Erze und der Bearbeitung fällt auch dieß Nickelmetall ſehr verſchieden in ſeinem Verhalten aus.

Das gereinigte Nickelmetall hat eine graulich weiße Farbe, und einen völlig metalliſchen Glanz. Es iſt ſehr zähe und etwas ſtreckbar, daher es nicht zu den Halbmetallen gerechnet werden kann, wohin es **Cronſtedt** zählte. Sein eigenthümliches Gewicht iſt in Vergleichung mit dem Waſſer 9,000 bis 9,333. Der Bruch iſt körnig. Es hat weder Geruch, noch Geſchmack, und beſitzet auch im vollkommen reinen Zuſtande die Fähigkeit, ſelbſt den Magnetismus zu erhalten.

Zum Schmelzen erfordert es eine deſto größere Hitze, je reiner es iſt, welche nach **Bergmann** ſo groß als die iſt, wobey das Eiſen fließt. Es iſt ſehr feuerbeſtändig, und verkalkt ſich auch für ſich allein ſehr ſchwer. Der Kalk des gewöhnlichen unreinen Königs gibt ein röthlich braunes Glas. Mit dem Boraxe ſchmelzt aber der reine Nickelkalk zu einem hyacinthfarbenen Glaſe. Der Nickelkalk läßt ſich im Schmelzfeuer mit brennbaren Dingen wieder zum Regulus herſtellen. Es geſchiehet dieß am beßten, wenn man ihn mit doppelt ſo vielem ſchwarzen Fluſſe zuſammenreibet, das Gemenge in einem bedeckten Schmelz-

tiegel

*) Abhandl. der königl. ſchwediſch. Akad. der Wiſſenſch. auf die Jahre 1751 und 1754. B. 13. S. 293. B. 16.

β) Diſſ. de Niccolo, reſp. *Jo. Aſael Arvidſon.* Vpſ. 1775. 4. in ſein. opuſ. phyſ. chem. Vol. II. p. 231. Vol. III. p. 459 f. Vol. IV. p. 459 f.

tiegel oder in einer Probiertute mit Kochſalz bedecket, und vor einem Gebläſe bey einem heftigen Feuer ſchmelzet.

Die Säuren löſen ſowohl das Nickelmetall als auch ſeinen Kalk auf, und man erhält dadurch Salzkryſtallen von grüner Farbe. Die feuerbeſtändigen Alkalien ſchlagen die Auflöſung des ſchwefelgeſäuerten Nickels weißgrün nieder. Ammoniak aber macht dieſe zuletzt blau, und löſet auch, im Ueberfluſſe zugeſetzet, den Niederſchlag ſchön blau auf.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. III. Halle 1795. 8. §. 2657 u. ſ. f.

Niederſchlagung, Fällung (praecipitatio, précipitation) heißt die Scheidung eines aufgelößten Körpers von ſeinem Auflöſungsmittel durch Hülfe eines zugeſetzten dritten und zwar in feſter ſichtbarer Geſtalt. Wird nämlich einer Auflöſung, welche aus dem Auflöſungsmittel a und dem aufgelößten feſten Körper b beſteht, ein dritter Stoff c zugeſetzet, welcher mit a eine nähere Verwandtſchaft, als mit b, hat, ſo wird b abgeſchieden und frey werden. Das Auflöſungsmittel a, welches den Körper b aufgelöſet hatte, iſt durch die Verbindung mit c ein neuer gemiſchter Körper c a geworden, der wegen veränderter Natur b nicht mehr aufgelöſet erhalten kann, und nun kömmt dieſer wieder zum Vorſchein. Er ſinkt entweder zu Boden, oder er begibt ſich in der Miſchung oben auf nach Verſchiedenheit ſeines eigenthümlichen Gewichtes. Nur bloß ein ſolcher ſichtbarer feſter Körper allein heißt ein **Niederſchlag** (praecipitatum), und zwar im letztern Falle beſonders ein **Rahm** (cremor); der Körper c hingegen das **Fällungs-** oder **Niederſchlagungsmittel** (praecipitans) z. B.

Auflöſung

c a { Eſſig a — Kreide b
Laugenſalz c }

Es kann die Fällung aber auch ſo geſchehen, daß das Niederſchlagungsmittel c mit dem aufgelößten Körper b näher verwandt iſt, als das Auflöſungsmittel a, und der

neu

neu entſtandene Körper cb ein ſolcher wird, gegen welchen a keine oder keine ſo ſtarke Verwandtſchaft mehr hat, der alſo als ein Niederſchlag oder als ein Rahm ſichtbar zum Vorſchein kömmt. Z. B.

Auflöſung

Eſſig a   Kreide b ⎱ cb
Vitriolſäure c ⎰ Gyps

Iſt die zu trennende Auflöſung an und für ſich flüſſig, ſo ſagt man, die Niederſchläge erfolgen **auf dem naſſen Wege** (praecipitationes humidae); wird aber die Flüſſigkeit erſt durch Hülfe des Feuers bewirket, ſo erfolgen die Niederſchläge **auf dem trockenen Wege** (praecipitationes ſiccae). Im erſten Falle kann der niederſchlagende Körper feſt oder flüſſig ſeyn. Ein Beyſpiel auf trockenem Wege iſt das

Bleyglanz

ca ⎧ Schwefel a   Bley b
   ⎩ Eiſen c

Aus dieſem Geſagten erhellet, daß bey jeder Niederſchlagung nicht allein eine Trennung, ſondern zugleich auch wieder eine neue Verbindung vorgehet. Es findet alſo eine Wahlverwandtſchaft Statt, und zwar jederzeit eine doppelte, nie eine einfache, wie verſchiedene bey einigen Niederſchlagungen glauben. Denn es iſt unmöglich, daß eine neue Verbindung vor ſich gehen kann, wenn nicht vorher eine Zurückſtoßung durch Wärme erfolget iſt; es muß daher bey jeder Niederſchlagung Wärme wirkſam ſeyn. M. ſ. **Auflöſung**.

Bisweilen löſet ſich der Niederſchlag in dem übrigen Flüſſigen wieder auf, beſonders wenn die Auflöſung viel Waſſer enthält, oder er bleibt darin ſchwebend, und macht bloß die Flüſſigkeit trüb, oder er entweicht und verflüchtigt oder verdampft u. ſ. f. Gleichwohl bleibt der Vorgang eine Niederſchlagung, bey welcher man alſo nicht ein Mahl ein Präcipitat in feſter Geſtalt ſuchen darf.

Man unterſcheidet ferner die eigentlich ſo genannten Niederſchläge, welche ein niederſchlagendes Mittel erfordern, von denen, welche ohne dieſes von ſelbſt erfolgen. Jene nennt man **erzwungene** oder **gewaltſame** (praecipitationes coactae), dieſe **freywillige** (praecipitationes ſpontaneae), oder **fälſchlich genannte Niederſchlagungen** (praecip. ſpuriae). Die letztern geſchehen 1) durch Wirkung der Kälte, indem die Sättigung vieler Auflöſungsmittel nach der verſchiedenen Temperatur verſchieden iſt, oder 2) durch allmählige Verdunſtung des Auflöſungsmittels; oder dadurch 3) daß ein Beſtandtheil der Auflöſung verfliegt, der als aneignendes Verwandtſchaftsmittel die übrigen Theile verband, oder 4) durch zu große Verdünnung und Schwächung des Auflöſungsmittels. Bey genauerer Unterſuchung finden wir auch, daß feinere unſichtbare Stoffe hier in allen dieſen Fällen als niederſchlagende Mittel wirken. Denn im erſten Falle erfolget der Niederſchlag durch Entweichung des Wärmeſtoffs, der die nähere Verbindung anderer Stoffe durch ſeine Zurückſtoßung hinderte; im zweyten Falle verbindet ſich dieſer Stoff mit dem Auflöſungsmittel ſelbſt, und verwandelt es in Dunſt; beym dritten iſt mehrentheils die Luft wirkſam; im letztern Falle aber wirkt das zugeſetzte Waſſer als Niederſchlagungsmittel ſelbſt.

Die Niederſchläge ſind entweder ein einfacher Beſtandtheil der vorigen Auflöſung, oder ein neuer zuſammengeſetzter Körper, und es läßt ſich nach der Wahl der Fällungsmittel ein Körper aus einerley Auflöſungsmittel unter ſehr mannigfaltigen Geſtalten niederſchlagen.

Die Niederſchlagung iſt der Auflöſung entgegengeſetzt, aber beſtändig wieder mit einer oder mehreren neuen Auflöſungen verbunden, wodurch neue Körperarten erzeuget werden. Man kann alſo die Niederſchlagungen mit den Auflöſungen als die wichtigſten chemiſchen Operationen betrachten. Denn vermittelſt derſelben werden nicht nur aus natürlichen Körpern Beſtandtheile dargeſtellet und erhalten, und folglich die Natur und Miſchung derſelben erforſchet; ſondern

es

es werden auch dieſe Beſtandtheile ſelbſt ſehr nützliche Stoffe, die uns im gemeinen Leben in vielen Fällen zu Statten kommen; ferner werden auch die abgeſchiedenen Stoffe durch das Niederſchlagen oft von andern ihnen vorher beygemiſchten fremdartigen Theilen gereiniget, theils auch zu ganz neuen Körpern, deren Natur und Beſchaffenheit uns auf die Miſchung des vorigen Körpers ſchließen läßt. Endlich ſind die Niederſchlagungen die vorzüglichſte Quelle der Erfahrungen, wie ſelbſt die Natur bey den meiſten Erzeugungen und Veränderungen der verſchiedenen Körper zu Werke gegangen iſt, daher ſie der Phyſiker zur Erklärung unzählbarer Phänomene nöthig hat.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. I. Halle 1794. 8. §. 79 u. f.

Niederſteigende Knoten ſ. **Knoten.**

Niederſteigende Zeichen ſ. **Zeichen.**

Nivelliren ſ. **Waſſerwägen.**

Nördliche Abweichung, Breite, Halbkugel u. ſ. f. ſ. **Abweichung, Breite** u. f.

Nord, Norden ſ. **Mitternachtspunkt.**

Nordlicht, Nordſchein (aurora borealis, lumen boreale, aurore boreale, lumière boreale) iſt eine feurige Lufterſcheinung, welche ſich in den kältern Gegenden in Norden am Horizonte ſehen läßt, und aus einem ſtarken oft hochrothen Lichte beſteht, woraus helle Lichtſtrahlen herausfahren, welche zuweilen bis an das Zenith reichen, zuweilen aber auch noch weiter nach Süden gehen. Die Nordlichter nehmen gewöhnlich ihren Anfang gleich nach Sonnenuntergang oder doch wenigſtens nicht lange darnach, ſelten entſtehen ſie nach Mitternacht oder des Morgens; die ſtärkſten ereignen ſich gleich nach der Abenddämmerung. Sie dauren aber oft eine kurze Zeit, oft aber auch die ganze Nacht hindurch oder mehrere Nächte nach einander. Zuerſt erblickt man gegen Mitternacht einen dunkeln Nebel, welcher die Geſtalt eines Segmentes von einem Kreiſe annimmt, deſſen Bogen mit einem weißlichen Lichte ſchimmert,

ſo wie man oft bey neblichtem Himmel um den Mond dergleichen helle Kreiſe ſieht; oft erblickt man auch mehrere dergleichen concentriſche Bogen, durch deren Zwiſchenräume man das Dunkele gewahr wird. Aus dieſem dunkeln Nebel ſteigen Lichtſtreifen von verſchiedener Farbe hervor, welche oft plötzlich wieder vergehen, oft aber nur allmählig abnehmen, ſo daß man in ihnen keine beſtändige Bewegung wahrnimmt. Die ganze Erſcheinung wird nach und nach heller, und es verbreitet ſich eine helle zitternde Lichtmaſſe, wobey das Herauffahren der hellen Lichtſtreifen häufiger wird. Dieſe Strahlen zertheilen ſich oft in helle Wölkchen, und bilden zuweilen im Zenith, zuweilen aber auch in einer Entfernung von ihm ſo zu ſagen Kuppel, welche mit den ſchönſten rothen, blauen und grünen Farben ſpielen. Dieſe Erſcheinung wird hierauf gewöhnlich ſchwächer und ruhiger, jedoch geſchiehet dieß nicht auf ein Mahl, ſondern mit häufigen Abwechſelungen, wobey ſich alle vorige Phänomene, Lichtſäulen, zitternde Lichtmaſſe u. dergl. erneuern. Endlich hört aber die Bewegung allmählig auf, das Licht zieht ſich mehr gegen den nördlichen Horizont zuſammen, und bleibt daſelbſt ruhig; das dunkele Segment zerſtreuet ſich, und es bleibt nichts weiter zurück, als eine ſtarke Helligkeit am nördlichen Horizonte, die nach und nach auch verſchwindet, oder ſich in die Morgendämmerung verliehret.

So hatte der Herr **von Mairan** ein vollſtändiges Nordlicht am 19ten Octob. 1726, welches in ganz Europa geſehen wurde, beobachtet. In den meiſten Fällen aber kann man nur einzelne Theile der ganzen vollſtändigen Erſcheinung wahrnehmen, wiewohl das dunkele Segment, der helle Bogen und die hellen aufſteigenden Luftſäulen beynahe alle Mahl erſcheinen. **Muſſchenbroek** *) gibt noch mehrere Beſchreibungen dieſes feurigen Phänomens.

Um von dieſer Erſcheinung gehörig urtheilen zu können, iſt es nöthig, ſie in einer größern Nähe zu beobachten. In den kältern Gegenden gegen Norden hin ſind die Nordlichter

*) Introduct. ad philoſ. natur. §. 2496 ſq.

lichter nicht nur häufiger ſondern auch ſtärker, und zuverläſſiger zu beobachten. Eine Beſchreibung eines ſolchen Nordlichtes gibt der Herr von **Maupertuis** *). Auch **Gmelin** β) beſchreibet die Nordlichter im nördlichen Sibirien auf folgende Art: er ſagt, ſie fangen mit einzelnen glänzenden Säulen an, die ſich in Norden, und faſt zu gleicher Zeit in Nordweſten erheben. Sie nehmen nach und nach zu, bis ſie einen großen Theil des Himmels bedecken. Sie ſchießen von einem Orte zum andern mit unglaublicher Geſchwindigkeit, und verbreiten ſich zuletzt über den ganzen Himmel bis zum Scheitelpunkte. Alsdann ſieht man die Lichtſtröme ſich in dieſer Höhe vereinigen, wodurch der Himmel einen ſolchen Glanz erhält, als wenn er mit einer ungeheueren von Rubinen und Sapphiren funkelnden Decke bekleidet wäre. Man kann nichts prächtigers mahlen, noch ſich vorſtellen; allein man ſieht dieſes herrliche Schauſpiel zum erſten Mahle auch nicht ohne Entſetzen. Denn dieſe übrigens ſo durchſichtige ungeheuere Erleuchtung iſt nach Verſicherung mehrerer Perſonen mit einem ſo heftigen Ziſchen, Platzen und Rollen verbunden, daß es ſcheinet, als hörte man das oft wiederhohlte Knallen des allergrößten Feuerwerks. Um dieſes ſchreckliche Getöſe auszudrücken, bedienen ſich alsdann die Einwohner eines Ausdrucks, der ſo viel heißt, als, der raſende Geiſt geht vorüber. Die Jäger, welche die blauen und weißen Füchſe an den Ufern des Eismeeres verfolgen, werden oft von dieſen Nordlichtern überfallen, und ihre Hunde erſchrecken alsdann ſo ſehr, daß ſie ſich auf die Erde niederlegen, und daß es ganz unmöglich iſt, ſie von der Stelle zu bringen, bis dieſes Getöſe ſich endiget. Dieſe Lufterſcheinung hat gewöhnlich heiteres und ſtilles Wetter zur Folge. Ich habe dieſe Nachrichten nicht von einer einzelnen Perſon, ſondern von einer großen Menge von Menſchen, welche viele Jahre in dieſen Gegenden zwiſchen dem Jeniſey und der Lena zugebracht

 haben,

*) Oeuvres de *Maupertuis*. Lyon 1768. 8. Tom. III. p. 155.

β) Philoſoph. Transact. Vol. LXXIV. for 1784.

haben, ſo daß man gar nicht daran zweifeln kann. Dieſes Land ſcheinet das Vaterland der Nordlichter zu ſeyn. Noch einige Beſchreibungen merkwürdiger Nordlichter haben der Abbé **Harvieu** α) und M. **Wilkens** β) gegeben.

Von 224 Nordlichtern, die **Celſius** γ) in Upſal von 1716 bis 1732 geſehen hat, iſt nur der ſechste Theil in Frankreich in dieſem Zeitraume bemerket worden. Noch ſeltener erſcheinen ſie in Italien, und das ſüdlichſte Land, wo man bis hierher ein Nordlicht mit einiger Gewißheit wahrgenommen hat, iſt Portugall, wo unter 37° nördlicher Breite die große Erſcheinung vom 19ten Octob. 1726, die man in ganz Europa bemerkte, geſehen wurde.

Es zeigen ſich die Nordlichter rings um den Nordpol der Erde. Es wurden die vom 16ten Febr. 3 und 19ten Apr. 1750 in Schweden und zugleich von **Kalm** in Nordamerika 90° weiter weſtwärts geſehen. Daraus ſcheint zu folgen, daß der helle Bogen, welcher nordwärts erſcheinet, den Nordpol der Erde, wie einen Ring, in der Höhe umgebe. Doch ſcheint der Pol nicht der Mittelpunkt von dieſem kreisförmigen Ringe zu ſeyn, weil gemeiniglich die größte Höhe des Bogens mehr weſtwärts fällt. Von dieſer Abweichung nach Weſten ſcheinet es herzurühren, daß die Nordlichter in Amerika häufiger als in Europa geſehen werden; nach **Kalms** Beobachtungen hat auch wirklich Penſylvanien weit mehr Nordlichter als Spanien, obgleich beide Länder unter einerley geographiſchen Breite liegen.

Die Nordlichter zeigen ſich in manchen Jahren ſelten oder gar nicht, in manchen aber deſto häufiger. Man findet im Alterthume wohl feurige Lufterſcheinungen angeführet, welche man für Nordlichter halten könne; allein ſie ſind nicht deutlich beſchrieben, weil Griechenland und Italien zu weit ſüdwärts liegen, und aus den nördlichen Ländern

α) Journal. de phyſ. Juin 1790. p. 440. überſ. in Grens Journ. der Phyſik B. III. S. 495 f.
β) Grens Journal der Phyſik B. III. S. 505 u. f.
γ) Obſervationes de lumine boreali. Norimb. 1733. 4.

dern keine Nachrichten vorhanden ſind. **Ariſtoteles** [α]) beſchreibet dunkele Schlünde (χασματα) und feurige Säulen (δοκους) von Purpur-hellrother und blutrother Farbe, welche dem dunkeln Segmente und den hellen Lichtſtreifen des Nordlichtes ähnlich ſind. Mehrere römiſche Schriftſteller erwähnen der Fackeln und Erſcheinungen eines brennenden Himmels, als **Plinius** [β]), **Seneka** [γ]) u. a. m.

Der Herr **von Mairan** hat in ſeiner Schrift von dem Nordlichte die ſeit dem Jahre 400 nach Chriſti Geb. vorhandenen gewiſſern Nachrichten von dieſem Phänomene geſammelt und bekannt gemacht. Es erhellet daraus, daß die Nordlichter in gewiſſen Jahren und in gewiſſen Jahrhunderten weit häufiger, als in andern, geweſen ſind; allein man kann in dieſer Rückſicht noch nichts Beſtimmtes ſagen, weil man vor eben nicht zu langer Zeit erſt angefangen hat, genaue Beobachtungen über dieſe Arten von Erſcheinungen anzuſtellen. **Halley** [δ]) ſagt von dem vom 6ten März 1716 wahrgenommenen Nordlichte, es ſey dieß das erſte geweſen, das er geſehen habe, ob er gleich ein fleißiger Beobachter des Himmels, und damahls ſchon 60 Jahr alt war.

Uebrigens erſcheinen die Nordlichter zu allen Jahreszeiten, am häufigſten aber nach der Herbſt- und vor der Frühlingsnachtgleiche. **Mairan** hat 229 beobachtete Nordlichter den Monathen nach in folgende Tabelle gebracht:

Januar	21	May	1	Septemb.	34
Februar	27	Juni	5	Octob.	50
März	22	Juli	7	Novemb.	26
Aprill	12	Aug.	9	Decemb.	15

Es iſt mit einer gewiſſen Schwierigkeit verbunden, Parallaxen des Nordlichtes zu meſſen, um daraus ſeine Höhe über der Erdfläche zu beſtimmen, weil zwey verſchiedene

 Beobach-

α) Meteo. L. I. c. 4. 5.
β) Hiſtor. natur. L. II. c. 26. 27.
γ) Quaeſt. natur. L. I.
δ) Philoſoph. transact. n. 347.

Beobachter an entfernten Orten von einander nie verſichert ſeyn können, ob ſie eine und die nämliche Stelle der Erſcheinung getroffen haben. Indeſſen erhellet es leicht ſchon daraus, daß dieß Phänomen in einer beträchtlichen Höhe über der Erdfläche ſich zeiget, weil dieſe nämliche Erſcheinung zu gleicher Zeit auf einem ſo großen Theile der Erdfläche ſichtbar iſt. Daraus haben ſogar einige ſchließen wollen, daß die Nordlichter noch über der Atmoſphäre unſerer Erde hinaus liegen, und eigentlich nicht zu den Lufterſcheinungen gehörten, beſonders da ſie in keiner gewiſſen beſtimmten Verbindung mit der Witterung zu ſtehen ſchienen. Allein neuern Beobachtungen zufolge ſcheinet es doch, als ob die Nordlichter einigen Einfluß auf die Witterung hätten, indem gewöhnlich heiteres und ſtilles Wetter darauf erfolget. Herr **Mairan** hat aus Beobachtungen der Höhen des lichten Bogens am 19ten Octob. 1726, welche **Godin** zu Paris 37°, der Cardinal **Polignac** zu Freſcati bey Rom 20° gefunden hatte, die Höhe der lichten Erſcheinung auf 266¾ franzöſ. Meilen (25 auf einen Grad) berechnet. Herr **Mairan** hat hieraus ſogar geſchloſſen, daß die Höhe der Atmoſphäre wenigſtens 300 franzöſiſche Meilen betrage. M. ſ. **Luftkreis**. Am 15ten Febr. 1730 hat man in Genf und in Montpellier ein Nordlicht beobachtet, und die Höhe desſelben auf 160 franzöſ. Meilen berechnet. Noch ein anderes Nordlicht ſahe man am 8ten Octob. 1731 in Kopenhagen und in Breuillepont nahe bey Evreux, und folgerte aus den Beobachtungen, daß es in einer Höhe von 250 franzöſiſchen Meilen ſeyn müßte. **Bergmann** α) ſetzt die Höhe auf 50 bis 90, ja bisweilen auf 150 ſchwediſche Meilen.

Auch hat man Verbindungen des Nordlichtes mit der Elektricität und dem Magnetismus wahrnehmen wollen. Einige hierher gehörige Beobachtungen führt **Winkler** β) an.

α) Von der Höhe des Nordlichtes, in den ſchwediſch. Abhandl. 1764. der deutſch. Ueberſetz. S. 200 f.

β) Progr. conjectura de vi electrica vaporum ſolarium in lumine boreali. Lipſ. 1763. 4.

an. In Rückſicht der Elektricität wollen zwar **Bergmann** [α]) und **Cavallo** [β]) gar keinen Einfluß des Nordlichtes auf die Luftelektricität bemerket haben; Herr **Böckmann** [γ]) in Carlsruhe aber hat inzwiſchen beym Nordlichte vom 28 Juli 1783 ſtarke Veränderungen an ſeinem Elektrophor bemerket, und **Volta** führet in den Abhandlungen über den Condenſator der Elektricität [δ]) an, daß er durch dieſes Werkzeug am 28 Jul. 1780 bey einem Nordlichte die Elektricität weit ſtärker, als gewöhnlich gefunden habe. In Rückſicht des Magnetismus haben **Celſius** und **Hjorter** [ε]) zuerſt wahrgenommen, daß ſich die Abweichung der Magnetnadel beym Nordlichte merklich verändere, und gleichſam hin und her zu ſchwanken ſcheine. **Winkler** [ζ]) hat ebenfalls hiervon einige Beobachtungen geſammelt. Der **P. Hell** hat jedoch im Jahre 1769 in Wardhus keinen Einfluß des Nordlichtes auf den Magnet bemerket, und der Herr **van Swinten** [η]) ſogar ähnliche Schwingungen beym Nordlichte an meſſingenen Nadeln wahrgenommen. Dagegen hat Herr **Hemmer** [θ]) bey einem Nordlichte am 22 Octob. 1788 eine ſehr ſchnelle und ſtarke Störung der Magnetnadel bemerket.

Die Meinungen der Naturforſcher über dieſes merkwürdige Phänomen ſind ſehr verſchieden. Anfänglich hielt man es für entzündliche oder wenigſtens für phosphoriſche Dünſte, welche aus der Erde in die Atmoſphäre aufſteigen und ſich daſelbſt entzündeten. Dieß nehmen beynahe alle ältere Phyſiker an, nur mit dem Unterſchiede, daß einige die Ausdünſtun-

α) Philoſoph. transact. Vol. LII. P. 2.
β) Vollſtändige Abhandl. der Lehre der Elektricität a. d. Engl. B. I. Leipz. 1787. S. 341.
γ) Göttingiſch Magazin d. Wiſſenſch. u. Litterat. Jahrg. I. S. 217.
δ) In Rozier Journ. de phyſique.
ε) Schwediſch. Abhandl. für 1747. und 1750.
ζ) Progr. de commercio luminis borealis cum acu magnetica. Lipſ. 1767. 4.
η) Recueil des mémoires ſur l'analogie de l'electricité et du magnetiſme. à la Haye 1784. III Vol. 8.
θ) Commentat. Acad. ſoc. Theod. Palati. Vol. VI. Manhe. 1790. 4. p. 317. und in Grens Journal der Phyſik B. V. S. 88.

dünſtungen für Schwefel und Salpeter, andere aber überhaupt für etwas Entzündliches und Leuchtendes halten; ſie behaupten jedoch alle, daß dieſe Erſcheinung ein wirkliches atmoſphäriſches Phänomen unſerer Erde ſey, und **Muſſchenbroek** führet noch den Grund an, weil das Segment wie eine gewöhnliche Wolke ausſehe, der Bewegung der Erde folge, bisweilen eine ſehr große Parallaxe zeige, und ein Geräuſch hören laſſe. Dagegen aber zeiget **Mairan**, daß das Nordlicht keinesweges aus irdiſchen Dünſten herrühren könne 1) wegen ſeiner großen Höhe, 2) wegen den langen Unterbrechungen, denen doch der Regen, der Schnee, der Donner, die Höfe und die Nebenſonnen u. dergl. nicht ausgeſetzet ſind, 3) wegen den Erſcheinungen ſelbſt beſonders wegen der beſtändigen Stellung gegen Norden, welche ſich aus den Dünſten gar nicht herleiten läßt, indem dieſe in den ſüdlichen Ländern weit häufiger ſind, 4) wegen den Monathen, in welchen die Nordlichter am ſeltenſten ſich ereignen, und in welchen gerade die mehreſten Dünſte aufſteigen. **Peyroux de la Coudreniere** [α]) und **Cramer** [β]) haben behauptet, daß das Nordlicht aus der Entzündung der inflammablen Luft entſtehe. Selbſt **Kirwan** [γ]) hält die Nordlichter für eine durch die Elektricität bewirkte Verbrennung der brennbaren Luft, welche zwiſchen den Wendekreiſen durch Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Stoffe, durch Vulkane u. ſ. f. erzeuget werde, und wegen ihrer großen Leichtigkeit in die höchſten Gegenden der Atmoſphäre ſich begebe. Da nun die höchſte Luft zwiſchen den Wendekreiſen an beiden Seiten gegen den Pol hinſtrömet, ſo hält **Kirwan** dafür, daß dasjenige, was hierdurch den Polargegenden zugeführet werde, aus brennbarer Luft beſtehe, und daß dieſe durch Elektricität entzündet werde. Daß durch die Nordlichter eine wirkliche Verminderung der Luftmaſſe erfolge,

α) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. B. I. St. 1. S. 10.
β) Ueber die Entſtehung der Nordlichter. Hildesheim 1785. 8.
γ) Transact. of the royal Iriſh Academy Tom. II. 1783. 4. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. V. S. 87 u. f.

erfolge, beweiſet er daraus, weil das Barometer gemeiniglich nach demſelben herabfalle; daher denn auch ſtarke und gewöhnlich Südwinde darauf erfolgen, welches alles eine Verdünnung der Luft in den Polargegenden anzeige. Allein außer den von **Mairan** angegebenen Gründen ſtehen dieſer Meinung entgegen 1) die Erfahrungen, daß in der Atmoſphäre nie eine ſo große Menge brennbarer Luft, als zu den Nordlichtern erforderlich wäre, angetroffen wird, 2) daß das aus der Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen erzeugte brennbare Gas viel zu ſchwer iſt, um ſich zu einer ſo beträchtlichen Höhe erheben zu können, und 3) daß die Entzündung der brennbaren Luft durch Elektricität nie anders als durch einen Funken erfolgen kann, und daher jedes Nordlicht Blitze und Gewitter vorausſetzet.

Einige glauben, es ſey das Nordlicht eine bloße optiſche Erſcheinung, welche vom Lichte herrühre, das die Schneewolken und Eisberge am Nordpol in der Luft von der Sonne und dem Monde reflektirten. Dieſer Meinung ſetzt **Mairan** entgegen: man mache dadurch das Nordlicht zu einer wahren Dämmerung, welche ſich immer zeigen und nach den Geſetzen der Dämmerung ab- und zunehmen müſſe; auch ſey man genöthiget, bey der Höhe des hellen Bogens in unſern Ländern, 300 franzöſ. Meilen hoch noch Lufttheile oder Wolken anzunehmen, welche das Licht reflektirten, durch dieſe würde man die Sterne nicht ſehen können, wie durch den Schimmer des Nordſcheines; die Höhe des Bogens richte ſich nicht nach der Abweichung der Sonne; das Licht müßte dieſer Meinung zufolge unten am ſtärkſten ſeyn, wo man doch das dunkele Segment gewahr werde; endlich könne man das allgemeine Zittern des ganzen Himmels nebſt den beſondern Umſtänden des Nordlichtes dadurch gar nicht erklären. Gleichwohl hat der P. **Hell** *) dieſe Meinung, daß das Nordlicht eine optiſche Erſcheinung ſey, wieder angenommen, welcher bey ſeinem Aufenthalte zu Wardhus

*) Aurorae borealis theoria nova in append. ad ephemerides aſtron. ann. 1777.

hus in Norwegen im Jahre 1769 das Nordlicht zum Hauptgegenſtande ſeiner Beobachtungen gemacht hatte. Er ſuchet die Erſcheinung des Nordlichtes durch Eistheilchen mit platten Flächen zu erklären, welche in den nördlichen Gegenden der Atmoſphäre bis auf eine beträchtliche Höhe ſchweben, und welche das Licht der Sonne und des Mondes ſehr viel Mahl zurückwerfen ſollen. Auch Herr **Hube** *) hält die langen vom Horizonte aufſteigenden Strahlen, die lodernden und wallenden Flammen, die hellen Bogen und mehrere andere Erſcheinungen der Nordlichter größtentheils für bloße Bilder, welche durch die Brechung und Zurückwerfung des Lichtes in einer mit gefrornen Dünſten angefüllten Atmoſphäre erzeuget werden. Denn, er ſagt, man hat bey großen Nordlichtern häufig ſolche zum Theil länglicht runde Bogen geſehen. Dergleichen oft auch bey Tage ſich um die Sonne zeigen, und aus dieſen ſchoſſen, wenn ſie nahe am Horizonte waren, häufige Strahlen β). Nun gibt jedermann zu, daß die Bogen um die Sonne kein wirkliches Feuer ſind, ſondern durch die Brechung des Lichtes in der Atmoſphäre entſtehen. Folglich müſſen auch die Bogen der Nordlichter, wenigſtens zum Theil, einen ähnlichen Urſprung haben. Ferner pflegt die untergehende Sonne vor großen Nordlichtern häufige, ſehr große und ſehr helle Lichtſtreifen in Weſten zu zeigen, und dieſe beweiſen, daß alsdann in der Atmoſphäre ähnliche Streifen auch durch andere Arten von Licht erzeuget werden können. So iſt auch der Eisblink ein von der mit gefrornen Dünſten angefüllten Atmoſphäre der kalten Länder zurückgeworfenes und oft ſehr ſtarkes Licht. Endlich ſcheinet oft, beſonders im Winter, wenn es ſchneyen will, der Himmel beym Untergange und Aufgange der Sonne zu brennen; ja es zeigen ſich alsdann an ihm, wenn es irgendwo in der Ferne brennt, Strahlen, welche denen des Nordlichtes ſehr ähnlich ſind

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre B. I. Leipz. 1793. 8. 60 Brief S. 467.

β) Acta eruditor. Lipſ. ann. 1716. p. 363.

ſind *). Außerdem lehret die Erfahrung, daß eben daſſelbe Nordlicht von verſchiedenen Orten allezeit auf eine verſchiedene Art erſcheinet, ja daß es oft bey klarem Himmel an einem Orte geſehen wird, an dem andern aber nicht, ungeachtet beide Oerter nur einige Meilen von einander entfernet ſind. Wie wäre dieß möglich, wenn nicht die vornehmſten Erſcheinungen der Nordlichter bloß von der Beſchaffenheit der Dünſte in der Atmoſphäre, und von der Art, wie ſie das Licht zurückwerſen und verändern, abhingen? Hieraus begreift man auch, warum wir nur von einem ſolchen Lichte, welches nahe am Horizonte iſt, lange Strahlen erhalten. — So viel auch alles dieß zu erklären ſcheinet, ſo bleibt es doch immer noch unbegreiflich, daß die gefrornen Dünſte ſo hoch in der Atmoſphäre ſchweben ſollen, als erforderlich iſt, und wie durch ſie die Fixſterne geſehen werden können.

Halley β) leitet das Nordlicht vom Jahre 1716 von einem magnetiſchen Ausfluſſe aus den nördlichen Polen der Erde ab, welcher bey ſeinem Aufſteigen dicht und ſichtbar ſey, gegen den Aequator hin ſich zerſtreue, und alsdann wieder ſammle, um in den Südpol einzudringen. Den Grund dieſer ſeiner Behauptung nimmt er davon her, weil damahls die Abweichung des Bogens vom Mitternachtspunkte weſtlich, und beynahe der Abweichung der Magnetnadel gleich war. Außerdem führt er noch eine andere Meinung an, wie das Nordlicht entſtehen könne; nach ihm hat nämlich die Erde einen beſondern Kern, und wir bewohnen nur die äußere Rinde. Vielleicht ſey auch der Kern bewohnet, und da die Sonne ſelbigen nicht beleuchten kann, ſo hält ſich zwiſchen Kern und Rinde eine eigene leuchtende Materie auf, von welcher bisweilen etwas durch unbekannte Oeffnungen an den Polen, wo die Rinde am dünnſten iſt, ausſtrömet, und das Nordlicht verurſachet.

Der

α) Commentat. Petropolit. Tom. I. p. 361.
β) Philoſoph. transact. n. 347.

Der Herr von **Mairan** *) hat eine ganz eigene Hypotheſe von der Entſtehung des Nordlichtes aufgeſtellet. Er hält nämlich das ſo genannte Zodiakallicht für die Sonnenatmoſphäre. M. ſ. **Atmoſphäre der Sonne.** Wenn daher die Atmoſphäre unſerer Erde in die Grenzen der Sonnenatmoſphäre oder des Zodiakallichtes eintritt, ſo behauptet alsdann **Mairan**, daß das Nordlicht aus der Vermiſchung beider Atmoſphären entſtehe. Die Theile der Sonnenatmoſphäre, welche der Erde nahe genug kommen, fallen in der Erdatmoſphäre herab, werden durch die Umdrehung und Schwungkraft der Lufttheile gegen die Pole der Erde getrieben, wo kein Schwung Statt findet, und bleiben in den höchſten Regionen der Atmoſphäre ſchweben, wo ſie mit der daſelbſt befindlichen Luftmaſſe gleiche ſpecifiſche Schwere haben. Die niedrigern Gegenden enthalten die gröbern dunkeln Theile, welche das dunkele Segment und die dunkeln Wolken bilden, auf den die Lichtſäulen aufſtehen. Ueber dieſen ſchwebt der feinere Stoff, welcher entweder an ſich brennend, oder durch Reibung und Gährung mit der Erdluft entzündet iſt. Alles dieß erfolget in einer beträchtlichen Höhe über der Erdfläche, daher auch das Licht noch ſehr weit vom Nordpole wahrgenommen werden kann. Die weſtliche Abweichung des Bogens erkläret er auf dieſe Art: weil die Umdrehung der Erde von Weſten gegen Oſten erfolget, ſo trete die Abendgegend der Atmoſphäre am ſpäteſten in das Zodiakallicht ein. Auf der Morgenſeite hat der feine Stoff bereits den ganzen Tag über Zeit gehabt, ſich zu vertheilen, oder nahe an den Pol zu begeben, gegen Abend zu aber iſt er noch in großer Menge und in voller Bewegung, daher erſcheinet das Licht mehr weſtwärts. Daraus erkläret **Mairan** ſehr umſtändlich die Entſtehung des dunkeln Segmentes, des lichten

Bogens,

*) Traité phyſique et hiſtorique de l'aurore boreale; in den mémoir. de Paris 1731. auch beſonders Paris 1733. 4. und ſehr vermehrt 1754. 4. ingl. eclairciſſemens ſur le traité phyſique et hiſtor. etc. p. M. *Mairan*; in den mémoir. de Paris 1748. p. 363.

Bogens, der aufſchießenden Lichtſäulen, der zitternden Lichtmaſſe, der bunten Kuppel am Zenith u. ſ. f. Hierauf gibt er eine Darſtellung von der Lage des Sonnenäquators, und der Atmoſphäre um denſelben gegen die Erdbahn, zeiget hieraus, zu welchen Jahreszeiten die Erde der Sonnenatmoſphäre am nächſten komme und ſich am meiſten in ſie einſenken könne, und findet, daß dieß gerade in denjenigen Monathen erfolget, worin man die mehreſten Nordlichter beobachtet hat. Zuletzt zeiget er aus den Beobachtungen des Zodiakallichtes, daß ſich die Sonnenatmoſphäre bald erweitere, bald zuſammenziehe, daher auch die Erde bey manchen Umläufen auf ſie treffen, bey andern ſie verfehlen könne. Daraus leitet er die langen Unterſuchungen der Nordlichter ab, indem er zeiget, daß gerade dieſelben in den Jahren nicht da waren, wo man das Zodiakallicht entweder gar nicht oder nur ſchwach hat wahrnehmen können.

Mairan's Hypotheſe hat zu ſeiner Zeit viel Anhänger gefunden. Allein **Euler** [α]) und **d'Alembert** [β]) haben erhebliche Zweifel dagegen angeführet, wiewohl **Mairan** die euleriſchen auf eine glückliche Weiſe zu widerlegen geſuchet hat. Gleichwohl werden ſich jetzt noch wenige Phyſiker finden, welche dieſer Meinung zugethan ſind. **Euler** hält dafür, daß die Entſtehung der Nordlichter eben die Urſache habe, wie die der Knotenſchweiſe; es ſoll nämlich von dem Stoße der Sonnenſtrahlen gegen die Atmoſphäre der Erde herrühren. Es würde dieſer Stoß der Erde ebenfalls einen Schweif geben, wenn ihre Atmoſphäre aus einem eben ſo feinen und aufgelößten Stoffe beſtünde, als um die Kometen ſich findet. Gleichwohl wird dadurch die obere Luft in einige Bewegung geſetzet, und vorzüglich um die Pole, auf welche die Sonne ein halbes Jahr hindurch unaufhörlich wirket.

Noch andere glauben, es entſtehe dieſes Phänomen aus einer jähling abwechſelnden Bindung und Entbindung des Licht-

α) Mémoir. de l'Academ. de Pruſſe. 1746.
β) Opuſcules mathemat. Tom. VI. p. 333.

Licht- und Wärmeſtoffs, oder aus einer augenblicklichen Zerſetzung und gleich darauf folgenden Zuſammenſetzung des Licht- und Wärmeſtoffs in den höhern Gegenden der Atmoſphäre.

Nachdem man endlich den Blitz als ein elektriſches Phänomen erkannt hatte, ſo fing man auch an, das Nordlicht als eine elektriſche Erſcheinung zu betrachten, deren Leuchten in einer ſehr verdünnten Luft mit den Strahlen des Nordlichtes ſo viele Aehnlichkeit hat. Wenn man nämlich eine von Luft befreyete Glasröhre oder Glaskugel u. ſ. f. gegen den elektriſirten erſten Leiter einer Elektriſirmaſchine bringt, ſo wird der innere von Luft leere Raum mit einem ſtrahlichten Lichte erfüllt erſcheinen, gerade wie es bey der Erſcheinung eines Nordlichtes wahrgenommen wird. **Canton** [α]), welcher dieſen Verſuch zuerſt angeſtellet hat, wirft dabey noch die Frage auf, ob nicht vielleicht das Nordlicht ein Uebergang der Elektricität aus poſitiven Wolken in negative, durch den obern Theil der Atmoſphäre ſey? Während der Erſcheinung der Nordlichter ſammelte er durch ſeinen Apparat eine Menge Luftelektricität, und glaubte, dergleichen zur Nachtzeit nie anders als bey Nordlichtern zu finden. Die Urſache hiervon ſucht er in einer plötzlichen Erwärmung der Luft durch die Erdfläche [β]). Auch **Beccaria** [γ]) betrachtete das Nordlicht als ein ſichtbares Ueberſtrömen der Elektricität. Ueberhaupt wurde die Meinung, daß der Nordſchein ein wahres elektriſches Phänomen ſey, ſo allgemein angenommen, daß **Prieſtley** ſagt, er glaube nicht, daß ſeitdem irgend jemand an ihrer Wahrheit gezweifelt habe. Der erſte, welcher darüber eine Theorie entworfen hat, iſt **Eberhardt** [δ]) geweſen. Dieſer glaubt, daß die Sonnenſtrahlen, welche auf den obern Theil der Polarluft fallen, dieſelbe noch nicht erwärmen können; vielmehr wird ſie dadurch

α) Philoſoph. transact. Vol. XLVIII. P. I. p. 356. 358.
β) Philoſoph. transact. Vol. LI. P. I. p. 403.
γ) Lettere del elettriciſino. Bologna 1758. 4 maj. p. 272.
δ) Halliſche Intelligenzblätter von 1758. Num. 49. und nachher in ſeinen vermiſchten Abhandlungen aus der Naturlehre u. ſ. f. Halle 1759. 8. Th. I. S. 130.

durch nur erſchüttert, und ihre Elektricität erreget, welche ſich in dieſen Gegenden wegen der Kälte und Trockenheit vorzüglich ſtark zeiget. Auch **Bertholon de St. Lazare** hat eine auf ähnlichen Gründen beruhende Theorie entworfen, und im Jahre 1777 der Akamie zu Montpellier vorgeleſen. Seine Abhandlung befindet ſich beym **Rozier** [α]), woraus Herr **Lichtenberg** [β]) einen Auszug mittheilet, und zugleich Anmerkungen hinzuſetzet. Er ſetzet den Grundſatz feſt, daß man eine deſto größere Menge Elektricität antreffe, je höher man in der Atmoſphäre über der Erdfläche komme. Auch glaubt er, daß das Licht deſto heller ſey, je ſtärker der Dunſtkreis ableite; allein dabey bemerket Herr **Lichtenberg**, wenn dieß ſeine Richtigkeit hätte, ſo müßte ſich über jedem Gewitter oder Regen zur Nachtzeit ein Nordlicht zeigen. Uebrigens hält er dafür, daß die aufſchießenden Strahlen auf den hellen Bogen ſenkrecht ſtehen, und bloß aus optiſchen Gründen zu divergiren ſcheinen.

Franklin [γ]) macht ſich von der Entſtehung der Nordlichter folgende Vorſtellung. In den obern Gegenden des Luftkreiſes ſtrömt durch einen Luftzug die erwärmte Luft der heißen und gemäßigten Zonen unaufhörlich nach den Polargegenden, und bringt Wolken mit ſich, die in die Gegend der Pole Elektricität überführen. In den warmen Ländern wird derjenige Theil der Elektricität, welcher durch Regen u. ſ. f. hervorgebracht wird, ſehr leicht von der Erde abgeleitet; in den kalten Gegenden hingegen kann diejenige Elektricität, welche durch den Schnee herabfällt, wegen der ſtarken Eisrinde, die kein Leiter iſt, nicht ſo leicht von der Erde abgeleitet werden. Demnach wird die daſelbſt angehäufte Elektricität wieder in die Höhe ſteigen, ſich einen Weg durch die Atmoſphäre, welcher bey den Polen ſehr niedrig

α) Journal de phyſique 1778.

β) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. I. St. 1. S. 143 f.

γ) *Rozier* Journ. de phyſique Juin 1779. und in den Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 2. S. 249.

niedrig iſt, machen, in den luftleeren Raum übergehen und ſich da in Richtungen, welche wie die Meridiane divergiren, wieder nach dem Aequator wenden. Auf dieſe Art muß ſie da, wo ſie die größte Dichtigkeit beſitzet, ſichtbar ſeyn, bis ſie endlich in den gemäßigten Ländern in die Luft oder Erde übergehet. Daraus ließen ſich alle Erſcheinungen erklären. Im Sommer iſt das Nordlicht weniger bemerkbar, weil das Eis wärmer und ein beſſerer Leiter iſt. Die verdichtete Polarluft ſelbſt würde als ein dunkeler Kreis oder vielmehr als ein dunkeles Segment davon erſcheinen; und weil die divergirenden Strahlen in der Nähe der Leiter wieder convergirend werden, ſo würden daraus die mannigfaltigen Figuren der Lichtſtreifen begreiflich. Die im Zenith gebildeten farbigen Kuppel würden durch poſitiv elektriſche Stellen veranlaſſet.

Auch nach Herrn **Hube** ſind die erſten Quellen des Lichtes, aus welchen die Atmoſphäre jene Phantome von Strahlen, Bogen, Streifen u. ſ. f. bildet, unfehlbar aus ſtark elektriſirten Nebeln und Wolken abzuleiten, aus deren obern Fläche die elektriſche Materie auf eine ſichtbare Art ausſtrömet. Dieſes beweiſet die ſtarke Elektricität, welche man oft bey Nordlichtern in der Atmoſphäre findet, und das Geräuſch oder Knallen, welches man alsdann oft, beſonders in ſehr kalten Ländern, in der Luft höret, wie bey den von **Gmelin** beſchriebenen ſibiriſchen Nordlichtern Statt fand. Ferner beweiſen es die wirklichen Blitze, welche man bey großen Nordlichtern oft in dem erleuchtenden Theile des Himmels geſehen hat; am meiſten aber die Gewitter, welche ſich zuletzt in Nordlichter verwandeln. Herr **Hube** hat dergleichen ſelbſt beobachtet, und kann daher um deſto gewiſſer behaupten, daß zuweilen Gewitterwolken, welche gegen Abend nach Norden zu fortgetrieben werden, beym Anfange der Nacht Nordlichter verurſachen, unfehlbar weil ſie ſich ſo hoch heben, daß ſie ſich ihrer Elektricität nur von oben entladen können. Solche Gewitterwolken ſchleudern nicht nur Strahlen und Lichtſtreifen in die Höhe, ſondern

ſie

ſie veranlaſſen auch oft helle Bogen, die von Oſten nach Weſten fortgehen. So beobachtete Herr Oertel *) folgende merkwürdige Erſcheinung: am 13ten May 1787 zog über Ronneburg gegen Abend ein Gewitter aus Weſten nach Oſten, und fing erſt zu blitzen an, nachdem es ſchon über das Zenith hin tiefer an den Horizont gerückt war. Gleich hinter demſelben wurde der Himmel wieder hell, und es zogen nur noch einige ganz kleine Flecken von ſchwarzen Wolken nach. Aus den Gewitterwolken, welche ſich etwa 40° hoch über dem Horizonte aufgethürmet hatten, ſahe man beſonders aus den oberſten Schichten zu drey verſchiedenen Mahlen den Blitz 4 bis 5° hoch am blauen Himmel, wo nicht eine Spur von Wolken war, aufwärts fahren, nach welchen Blitzen kein Donner gehöret wurde, obgleich die tiefer am Horizonte zugleich ſichtbaren Blitze vom entferntern Donner begleitet wurden. Etwa 15 Minuten darauf zeigten ſich rothe Strahlen, welche hinter den Gewitterwolken hervorſchoſſen. Nachdem die Nacht mehr herannahete, erſchien ein von 4 bis 5° breiter Gürtel über das Zenith hin bis an den weſtlichen Horizont, welcher bald breiter, bald ſchmäler, abgeriſſener oder dichter den Himmel röthete, und ſich nach einigen Stunden wieder verlor. Dieſer Gürtel bezeichnete genau den Weg, welchen das Gewitter genommen hatte. Zuletzt bemerket Herr **Hube** noch, daß man unfehlbar der Elektricität jene Dunkelheit einiger Stellen des Himmels und die Schwärze einiger Wolken bey großen Nordlichtern zuſchreiben müſſe. Denn auch ſchwere Gewitterwolken ſeyn oft ſo ſchwarz, und ſelbſt der klare Himmel unter ihnen erſcheine oft in einiger Entfernung dunkel. Vielleicht werden ſogar kleine ſtark elektriſirte Wolken unter gewiſſen Umſtänden ganz durchſichtig.

M. ſ. Méſure de la terre au cercle polaire; in den Oeuvres *de Maupertuis* Lyon 1768. 8. Tom. III. p. 159.

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. V. St. 3. S. 137 f.

159. Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krünitz. S. 211. 221. 236 u. f. Hube über die Ausdünſtung. Leipz. 1790. 8. S. 298. deſſelben vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre B. I. Brief 60. de la Methe- tie Theorie der Erde. A. d. Franz. Th. I. S. 64 u. f.

Nordpol am Himmel ſ. **Weltpole.**
Nordpol der Erde ſ. **Erdpole.**
Nordpol des Magnets ſ. **Magnet.**
Nordſchein ſ. **Nordlicht.**
Normalkraft ſ. **Centralkräfte.**
Normallänge ſ. **Barometer.**

Normaltemperatur, Reductionstemperatur (temperatura normalis). Man hat bey den meteorologiſchen Beobachtungen, um ſie gehörig mit einander vergleichen zu können, auf den Einfluß der Wärme auf meteorologiſche Werkzeuge vor allen andern Dingen zu ſehen, und ihre verſchiedenen Angaben auf eine gewiſſe beſtimmte Temperatur zurückzubringen. Wenn z. B. verſchiedene Barometerbeobachtungen mit einander verglichen werden ſollen, welche bey verſchiedenen Graden der Wärme angeſtellet ſind, ſo muß man nicht die wirklich beobachteten Barometerhöhen in Vergleichung bringen, ſondern man muß ſie erſt auf einen beſtimmten Grad der Wärme reduciren. Dieſer Grad der Wärme, auf welchen alle Beobachtungen gebracht werden, heißt eben die **Normal- oder Reductionstemperatur.** An und für ſich iſt dieſer Grad willkürlich, daher ihn auch verſchiedene Naturforſcher verſchiedentlich angenommen haben. So nimmt der Herr **de Lüc** bey der Berichtigung der Wärme zur Normaltemperatur den 10 Grad des Queckſilberthermometers von 80 Grad, welches gemeiniglich das reaumüriſche genannt wird, an, bey barometriſchen Höhenmeſſungen hingegen leget er wegen den unter dem Artikel, **Höhenmeſſung, barometriſche,** angeführten Urſachen, die Temperatur von 16¾ Grad eben dieſes Barometers zum Grunde.

Unter

Unter dem Artikel; **Barometer**, iſt eine Formel angegeben worden, welche ſich leicht auf jede Normaltemperatur und auf jedes Ausdehnungsverhältniß anwenden läßt.

Normalthermometer ſ. **Thermometer.**

Notiometer ſ. **Hygrometer.**

Nutation ſ. **Wanken der Erdaxe.**

O.

Objektivglas, Objektivlinſe ſ. **Fernrohr, Mikroſkop.**

Objektivmikrometer ſ. **Heliometer.**

Obſervation ſ. **Beobachtung.**

Occident ſ. **Abendpunkt.**

Octave (octaua, octaue) iſt das Verhältniß zweyer Töne, wovon der eine in gleicher Zeit doppelt ſo viele Schwingungen, als der andere verurſachet. Man unterſcheidet hierbey die **höhere** oder **obere Octave**, und die tiefe oder **untere Octave**. Unter jener verſteht man nämlich denjenigen Ton, welcher in einerley Zeit doppelt ſo viele Schwingungen, und unter der andern denjenigen Ton, welcher nur halb ſo viele Schwingungen macht. Dieſe Eintheilung hat ihren Grund in unſerm Gehöre, indem wir nämlich jederzeit denjenigen Ton höher, als den andern nennen, wenn er mehrere Schwingungen als dieſer verurſachet. Iſt z. B. von zweyen gleich dicken und gleich ſtark geſpannten gleichartigen Saiten die eine noch ein Mahl ſo lang, als die andere, ſo wird auch die längere in einerley Zeit nur halb ſo viele Schwingungen als die kürzere machen. Daher wird die kürzere Saite die höhere Octave der längern, und die längere Saite die tieſere Octave der kürzern angeben.

Die Octave macht einen zweyſtimmigen Accord aus, und iſt nächſt dem Einklange die vollkommenſte Conſonanz, welche ſelbſt dem Gehöre eine mit dem Einklange auffallende Aehnlichkeit hat.

Gewöhnlich wird das Intervall der Octave in ſieben Stufen abgetheilet, welche eine muſikaliſche Tonleiter ausmachen.

machen. Wird nämlich der Grundton mit C bezeichnet, ſo gibt die Octave folgende Tonleiter C, D, E, F, G, A, H, c. Sie beſteht aus zwey **halben** (ſemitonia), E — F und H — c und aus fünf **ganzen Tönen**; die letztern ſind wiederum zwey **kleinere** (toni minores) D — E und G — A, und drey **größere** (toni majores) C — D, F — G, A — H. Die Verhältniſſe dieſer Abtheilungen ſind aber verſchieden. M. ſ. **Ton.** Hier ach wird alſo die obere Octave, wenn der Grundton mit gezählet wird, der achte von der Leiter, und hat daher ihren Nahmen.

Intervallen der **doppelten, dreyfachen, vierfachen** u. ſ. Octave geben die Verhältniſſe 4:1, 8:1, 16:1 u. ſ. Für den Grundton C können ſie ſo bezeichnet werden $C:\overline{c}$; $C:\overline{\overline{c}}$; $C:\overline{\overline{\overline{c}}}$; $C:\overline{\overline{\overline{\overline{c}}}}$ u. ſ. Alle dieſe Töne bleiben noch ſehr vollkommene Conſonanzen.

Ocularglas ſ. **Fernrohr, Mikroſkop.**

Oele (olea, huiles) heißen in der Chemie im Allgemeinen gewiſſe dünnflüſſige Materien, welche ſich entweder im Waſſer gar nicht, oder doch nur ſehr wenig auflöſen, durch Hülfe eines Dochtes aber Nahrung für die Flamme abgeben. Ueberhaupt werden **ölichte** Körper diejenigen genannt, welche im Waſſer unauflöslich ſind, und mit einer Flamme brennen, wohin auch die Fettigkeiten gehören. Wenn ſolche Körper im natürlichen Zuſtande dünnflüſſig ſind, ſo erhalten ſie den eigentlichen Nahmen der **Oele.** Einige von dieſen Oelen trocknen an der Luft aus, und werden trocken; andere aber bleiben ſtets ſchmierig. Vorzüglich unterſcheiden ſich die Oele in ihrer Conſiſtenz, da einige in der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre feſt ſind, andere nicht. Jene nennt man auch Balſame, Buttern, Harze u. ſ. w. Uebrigens hat man folgende drey Arten von Oelen zu merken: **die ätheriſchen Oele,** die **fetten Oele,** und **die empyrevmatiſchen Oele.**

Die fetten Oele, welche auch **milde, ſchmierige, fixe** oder **ausgepreßte Oele** (olea unguinoſa, unctuoſa, fixa, expreſſa) genannt werden, ſind in den meiſten Samen und Kernen enthalten. Man gewinnt ſie durchs Zermalmen der Samen und Kerne, und nachheriges Auspreſſen. Dieſe ausgepreßten Oele ſind im friſchen Zuſtande wegen der mit ausgepreßten ſchleimigen Theile trübe, und reinigen ſich am beſten durch die Ruhe. In ihrer möglichſten Reinigkeit haben ſie einen gelinden und milden Geſchmack, und keinen erheblichen Geruch, allein die mit ausgepreßten harzigen und andern Theilen, beſonders aus der Samenhülſe, und andern Umſtänden beym Auspreſſen, verurſachen den größern oder geringern Unterſchied der Oele im Geruche, Geſchmacke, Farbe und beym Brennen. Sie ſind nie vollkommen flüſſig und erfordern zum Sieden eine ſtarke Hitze, die man auf 600 Grad nach Fahrenheit rechnet. In der Siedhitze des Waſſers ſind ſie nicht flüchtig, und ſämmtlich ſpecifiſch leichter als Waſſer. Sie entzünden ſich erſt bey einer Erhitzung, die bis zu ihrer Verflüchtigung geht. Darin liegt die Urſache, daß ein Fleck von dieſen Oelen auf Papier getröpfelt durchs Erwärmen nicht wieder vergehet, und daß ſie ſich bey bloßer Annäherung einer Flamme nicht entzünden, ſondern ein Docht nöthig haben, welches ſie ſtark erhitzet, daß ſie abdampfen. Wenn dieſe fetten Oele eine Zeitlang der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzet ſind, ſo werden ſie allmählig ranzig, und erhalten einen ſcharfen, beißenden und brennenden Geſchmack, und einen üblen Geruch. In feſt verſchloſſenen Gefäßen hingegen, wozu die freye Luft keinen Zutritt hat, verändern ſie ſich nicht.

Sie löſen durch Hülfe der Wärme die Harze, natürlichen Balſame und den Schwefel auf. Die Auflöſung des Schwefels in den Oelen nennet man **Schwefelbalſame** (balſama ſulphuris), welche ſämmtlich eine bräunliche oder röthliche Farbe haben, einen ſtark ſtinkenden und auch ſchwefelichten Geruch und einen ſcharfen und unangenehmen Geſchmack.

Mit den ätzenden Alkalien verbinden ſich die fetten Oele vollkommen und innigſt und werden durch dieſelben auch im Waſſer ganz und gar auflösbar, oder zur **Seife** (ſapo). Eine gut bereitete Seife muß ſich in reinem Waſſer und im Weingeiſte völlig auflöſen laſſen; und das Alkali dienet ihr als aneignendes Verwandtſchaftsmittel zwiſchen dem Oele und dem Waſſer oder dem Weingeiſte. Durch alle Säuren werden die Seifen wieder zerſetzet, und das Oel wird daraus abgeſchieden, welches ſich nunmehr im Weingeiſte auflöſet. Durch die ſo genannten harten Waſſer werden die Seifen nur unvollkommen aufgelöſet, und zerſetzet, wenn ſie Gyps, erdige Mittelſalze oder metalliſche Salze bey ſich führen. Daher auch dieſe Waſſer nicht zum Waſchen mit Seife dienen. Die weichen Waſſer hingegen löſen die Seifen vollkommen auf, wie z. B. das Flußwaſſer und das Regenwaſſer.

Concentrirte Salzpeterſäure zu fetten Oelen geſetzet, erhitzt ſich damit ſo ſtark, daß Selbſtentzündung entſtehen kann, beſonders mit den austrocknenden Oelen.

Der Ruß, welchen die Oele bey der Flamme abſetzen, rührt nicht von erdigen Theilen her, ſondern iſt unzerſetzte Kohle des Oeles, welche wegen des verhinderten Zutritts der reſpirablen Luft zum Innern der Flamme nicht verbrennen konnte. Wenn das Oel in der argandiſchen Lampe das Verbrennen unterhält, ſo zeiget ſich keine Spur von Ruß, ſo lange die Luft durch die Axe der Flamme ſtreichen kann. Es bildet ſich bloß Waſſerdunſt und kohlenſaures Gas.

Nach **Lavoiſier** *) verzehren 19¼ Gran Baumöl beym Verbrennen 124 franzöſ. Cubikzoll oder 62 Gran Lebensluft, und das Produkt des Verbrennens beſteht aus 97½ Cubikzoll oder 54¼ Gran kohlenſaures Gas und 27 Gran Waſſer. Dieſen Reſultaten zufolge ſcheint das fette Oel aus etwa 87, 96 Theilen Kohlenſtoff und 21,04 Theilen Waſſerſtoff zu beſtehen. Hiernach wird alſo das Verbrennen des fetten Oels ſo erkläret, daß die Entzündungshitze die Baſis der zum Ver-

*) Mémoires de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1784. p. 593 ſqq

Verbrennen nothwendigen Lebensluft ſich mit dem Waſſerſtoff des Oeles zum Waſſer und mit der Kohle desſelben zur Kohlenſäure verbinde.

Das Ranzigwerden der fetten Oele geſchiehet alſo nach dem neuern Syſteme, indem ſich der Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft damit verbindet. Man kann daher das Oel ſehr bald ranzig machen, wenn es in eine mit Sauerſtoffgas angefüllte Flaſche gebracht, und dieſe verſchloſſen wird. Daraus erhellet auch, warum das fette Oel in gut zugeſtopften Flaſchen ſich nicht verändert.

Die ätheriſchen Oele, welche auch **riechende, flüchtige, deſtillirte Oele** (olea aetherea, odora, volatilia, deſtillata) heißen, unterſcheiden ſich von den fetten Oelen weſentlich; den die ätheriſchen Oele ſind flüchtig, hinterlaſſen auf dem Papiere keinen Fleck, wenn dieſes erwärmet wird, haben einen durchdringenden Geruch, welcher mit dem Geruche der Pflanzen, woraus es deſtilliret worden, übereinkömmt; löſen ſich im Weingeiſte auf, und laſſen ſich durch die Flamme eines Lichtes anzünden, ohne vorher erhitzt zu ſeyn. Sie machen einen weſentlichen und nähern Beſtandtheil mehrerer Gewächsſtoffe aus; ja aus einigen wenigen, wie aus den friſchen Pomeranzen- und Citronenſchalen, laſſen ſie ſich auch ſchon durchs Auspreſſen erhalten. Der Geſchmack iſt mehrentheils ſcharf und gleichſam brennend. Die Schärfe hängt aber nicht immer von der Schärfe der Pflanze ab. Der Geruch iſt bey allen durchdringend und ſtark; und Pflanzen, die gar keinen Geruch beſitzen, auch wenn ſie ſcharf ſchmecken, geben gar kein ätheriſches Oel. Die mehreſten ätheriſchen Oele ſind leichter als das Waſſer, und ſchwimmen oben auf; andere ſind ſchwerer, und ſinken im Waſſer zu Boden. In Rückſicht der Conſiſtenz findet bey den ätheriſchen Oelen ein beträchtlicher Unterſchied Statt. Einige nämlich ſind ganz dünn und flüſſig, und werden beym Gefrierpunkt nicht feſt; andere erſtarren in der Kälte bald und gerinnen. Einige wenige ſind auch in der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre dick und talgig.

talgig. Die dickere Conſiſtenz der Oele ſteht aber mit ihrem ſpecifiſchen Gewichte nicht im Verhältniſſe.

Die Farbe der ätherischen Oele iſt ungemein verſchieden. Am gewöhnlichſten iſt ſie gelblich weiß, und gelb, ſeltener aus friſchen Pflanzen rothbraun. Einige wenige ſind grün oder blau. Der Abänderungen zwiſchen dieſen Farben ſind aber außerordentlich viel. Vieles kömmt dabey auf die Verſchiedenheit des Bodens an, auf welchen die Pflanzen wachſen und auf das Alter des Gewächſes und das Trocknen desſelben, und auf die bey der Deſtillation angewendete Hitze, welche die Farbe mehr oder weniger abändern kann.

Die ätheriſchen Oele löſen ſich nicht nur unter einander ſelbſt auf, ſondern geben auch Auflöſungsmittel für die fetten Oele, für die Harze, für die natürlichen Balſame, und für das Federharz. Die Auflöſungen der Harze in den ätheriſchen Oelen geben verſchiedene Arten von Lackfirniſſen.

Mit den Säuren verbinden ſich die ätheriſchen Oele noch leichter als die fetten Oele, weit ſchwerer aber mit den feuerbeſtändigen Laugenſalzen, mit welchen ſie bey der Glühehitze vereiniget die ätheriſchöllichten Seifen geben, wovon die ſtarkeyiſche Seife (ſapo ſtarkeyanus, tartareus) aus Gewächsalkali und Terpentinöl gebräuchlich.

Uebrigens verderben die ätheriſchen Oele eben ſo wie die fetten Oele, wenn ſie der freyen Luft ausgeſetzet ſind. Sie verlieren nämlich nach und nach immer mehr ihren eigenthümlichen Geruch, ihre Flüſſigkeit und Farbe; ſie erlangen eine zähe und dicke Conſiſtenz, ja ſie werden endlich faſt ganz zu einem Harze oder natürlichen Balſame. Ihr eigenthümlicher Geruch verſchwindet, und ſie erlangeu einen unangenehmen Harzgeruch. Dabey erhalten ſie alle eine dunkele und braune Farbe. Durch eine neue Deſtillation kann man alsdann das noch übrige flüchtige Oel wieder ausſcheiden und friſch gewinnen. Bey dieſer Arbeit bleibt im Deſtillirgefäße ein wirklich harziger Theil des Oeles übrig. Selbſt die friſchen ätheriſchen Oele laſſen bey einer Rectification mehr oder weniger von dieſem harzigen Theile

zurück.

zurück. Daraus hat man geſchloſſen, daß die ätheriſchen Oele aus zwey nähern Beſtandtheilen zuſammengeſetzet wären; aus einem eigenen flüchtigen ſubtilen Stoffe, dem **Riechſtoffe**, dem **Boerhave** den Nahmen **Spiritus Rector** oder **lebendigen Geiſt** beylegte, und aus einem gröbern, mehr ſinnlichen, harzigen Theile. Allein die neuere Chemie hat erwieſen, daß das Verderben dieſer Oele und ihr Uebergang zu harzigen Körpern auf eine ähnliche Art durch Einwirkung der Lebensluft geſchiehet, als das Ranzigwerden der fetten Oele, und durch die dabey vorgehende Veränderung der Miſchung derſelben, ohne daß es nöthig iſt anzunehmen, daß das Harz als Harz ſchon im Oele präexiſtire. Vielmehr ſind die ätheriſchen Oele ebenfalls nach dieſem Syſteme aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, wie die fetten Oele, nur in ganz andern Verhältniſſen zuſammengeſetzet. Denn wenn man ätheriſches Oel in einer Kapſel unter einer Glasglocke mit Lebensluft verbrennt, ſo bildet ſich nichts weiter, als Waſſer und kohlenſaures Gas. Die Kohle, welche beym Verbrennen dieſer Oele zurückbleibt; und ſonſt auch den Ruß der Flamme ausmacht, iſt eine ſehr reine Kohle, ohne Spur von feuerbeſtändigem Alkali.

Die **empyrevmatiſchen** oder **brenzlichen, brandichten Oele** (olea empyreumatica) erhält man bey der trockenen Deſtillation aller Pflanzenſtoffe. Sie haben ſämmtlich einen angebrannten Geruch, einen herben ſcharfen bitterlichen Geſchmack, ſind innerlich genommen außerordentlich erhitzend, und beſitzen eine deſto dunkelere Farbe und dickere Conſiſtenz, je ſpäter und heißer ſie überdeſtilliret ſind. Nur die zuerſt übergehenden Antheile dieſes Oels können noch den Geruch der Pflanzen haben, von welchen ſie herrühren, das zuletzt überdeſtillirte aber unterſcheidet ſich nicht von einem andern, es mag aus einer riechenden oder geruchloſen Pflanze ausgetrieben ſeyn; und man kann auf ſolche Art dieſe Oele der Pflanzen nicht von einander unterſcheiden.

Wenn dieſe Oele zu wiederholten Mahlen aus einer neuen Retorte im Sandbade mit behutſamer Regierung des

Feuers überdeſtilliret werden, ſo werden ſie nach und nach immer flüſſiger, indem ſie bey jeder Deſtillation eine Säure abſetzen, und eine dünne kohlichte Subſtanz in der Retorte zurücklaſſen. Dadurch können ſie der Natur der ätheriſchen Oele immer näher gebracht werden, ſo daß ſie ungefärbt erſcheinen, ihren brenzlichen Geruch faſt gänzlich verlieren, und ihnen bloß ein ſtechender und durchdringender Geruch übrig bleibt, welcher allen auf dieſe Art bereiteten Oelen gemein zu ſeyn ſcheinet; und ſich bey der Südhitze des Waſſers verflüchtigen und im Weingeiſte auflöſen laſſen.

Nach dem neuern Syſteme ſind auch dieſe Oele aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zuſammengeſetzet nur in ganz verſchiedenen Verhältniſſen, als die fetten und ätheriſchen Oele. Sie machen übrigens keinen weſentlichen Beſtandtheil der Pflanzen und ihrer Theile aus, ſondern ſind vielmehr Produkte, welche erſt durch die Einwirkung des Feuers bey der Operation des Deſtillirens erzeuget werden.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. II. Halle 1794. 8. §. 955 f. §. 1224 f. §. 1277 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie, Berlin 1795. 8. S. 350.

Ohr ſ. **Gehör**.

Ombrometer ſ. **Regenmaß**.

Operment ſ. **Arſenik**.

Operngucker ſ. **Polemoſkop**.

Oppoſition ſ. **Aſpekten**.

Optik (optica ſ. optice, optique) heißt im allgemeinſten Verſtande diejenige Wiſſenſchaft, welche die Geſetze von den Erſcheinungen der Größe, der Bewegung und Geſtalt der Körper, welche vom Lichte abhangen, erkläret. In dieſem weitläuftigen Sinne begreift ſie mehrere Theile unter ſich, nämlich die eigentliche **Optik** im eingeſchränktern Verſtande, oder die Wiſſenſchaft von den Geſetzen der Erſcheinungen, welche die Körper ſelbſt nach geraden Strahlen verurſachen, die **Katoptrik**, die **Dioptrik**, die **Photo**-

metrie und die **Perſpektiv**, von welchen alle eigene Artikel handeln.

Die Fortpflanzung des Lichtes aus einem leuchtenden oder erleuchteten Objekte war bereits den alten griechiſchen Weltweiſen, beſonders in der platoniſchen Schule, hinlänglich bekannt, ob ſie gleich verſchiedene Meinungen über die Natur des Lichtes und über die Art und Weiſe des Sehens hegten. Einer der älteſten optiſchen Schriftſteller iſt nach dem Zeugniſſe des **Laertius**, **Demokrit** von Abdera, welcher über die Optik (ακτινογραφίη) geſchrieben hat. Es ſind aber alle ſeine Schriften verloren gegangen. Nur die einzige Optik aus dem Alterthume, welche vom **Proklus** und **Heliodorus von Lariſſa** dem **Euklides** zugeſchrieben wird, iſt übrig geblieben. Sie enthält Beſtimmungen von der Größe und Geſtalt der Objekte nach dem Sehewinkel, und iſt beſſer als die damit verbundene Katoptrik. M. ſ. **Katoptrik**. Jedoch findet man auch in dieſer Optik viel unbeſtimmte Sätze.

Die Schrift über die Optik von dem berühmten **Ptolemäus** iſt verloren gegangen; inzwiſchen iſt aus der Perſpektiv des **Roger Baco** bekannt, daß ſich darin eine richtige Erklärung der ſcheinbaren Größe der Sonne und des Mondes am Horizonte befunden habe. Nach dem **Ptolemäus** iſt ein großer Zeitraum verſtrichen, in welchem die Geſchichte der Optik nichts erhebliches von dieſer Wiſſenſchaft aufweiſen kann. Gleichwohl iſt es wahrſcheinlich, daß darin mehr iſt gearbeitet worden, als uns bekannt iſt, indem im 11ten oder 12ten Jahrhunderte nach Chriſti Geburt ein ſtarkes Werk der Optik von dem Araber **Alhazen** erſchien. Im 13ten Jahrhunderte bemühete ſich **Vitellio**, den weitläuftigen und oft dunkeln **Alhazen** abzukürzen. Die Schriften des **Alhazen** und **Vitellio** ſind von **Friedrich Risner** unter dem Titel, opticae theſaurus, Baſel 1572. fol. herausgegeben worden. Zu damahliger Zeit begriff man unter der Optik alle optiſche Wiſſenſchaften, und belegte die eigentliche Optik mit dem Nahmen der **Perſpektiv**.

ſpektiv. Noch im 13ten Jahrhunderte ſchrieben über dieſe Perſpektiv Johann **Peckham**, Erzbiſchoff von Canterbury [α]) und **Roger Baco** [β]).

Nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften in Europa ſchrieben über die Optik der ſo berühmt gewordene Lehrer der Mathematik zu Meſſina, **Maurolycus** [γ]) und der Neapolitaner, **Bapt. Porta** [δ]). Der erſtere erklärte, wie es zugehe, daß das Bild der Sonne in einem verfinſterten Zimmer rund erſcheinet, wenn gleich die Oeffnung, wodurch die Strahlen gehen, eckig iſt, und letzterer erfand das finſtere Zimmer, deſſen Theorie ſo viel zur Erklärung des Sehens durch das Auge beygetragen hat. Damahls war das Mathematiſche der eigentlichen Optik, welche noch immer Perſpektiv genannt wurde, ziemlich ausgearbeitet, und der Kanzler **Bacon** [ε]) wünſchet nur, daß man die Natur des Lichtes mehr unterſuchen möchte. Das weitläuftigſte Werk über die Optik und Perſpektiv damahliger Zeit iſt vom Jeſuiten, **Franciſcus Aquilanius** [ζ]).

Da zu Anfange des 17ten Jahrhundets durch die Entdeckung der Fernröhre und der Brechungsgeſetze die Dioptrik als eine eigene Wiſſenſchaft zu betrachten angefangen wurde, ſo fing man nun auch an, einen genauern Unterſchied von der Fortpflanzung des Lichtes nach geraden Strahlen, von der Brechung und der Zurückwerfung deſſelben zu machen, und die dahin gehörigen Regeln zur Optik, Katoptrik und Dioptrik zu rechnen, auch außerdem die Lehre von den Bildern der Gegenſtände auf durchſichtigen Tafeln unter dem Nahmen der Perſpektiv zu begreifen. In den neuern Zeiten hat man noch von der eigentlichen Optik die Photo-

α) Perſpectiua communis ed. *Ge. Hartmanni.* Norimb. 1542. 4.
β) Perſpectiua ed. *Jo. Cambichio*, prof. Marpurg. Frf. 1614. 4. auch in D. Jebb's Ausgabe des opus majus. Lond. 1733. fol.
γ) Theoremata de lumine et umbra, ad perſpectiuam et radiorum incidentiam facientia, Venetiis. 1575. 4.
δ) Magia naturalis. Neap. 1558. fol. u. de refractione, optices parte L IX. Neap. 1593. 4.
ε) De augment. ſcientiar. ed latin. Frf. 1655. fol. p. 119.
ζ) Opticorum libri VI. Antverp. 1613. fol.

Photometrie abgeſondert, ſo daß die Lehren der Optik den geringſten Umfang unter allen optiſchen Wiſſenſchaften ausmachen.

Von dem Anfange der optiſchen Wiſſenſchaften kann man ſich einen Begriff aus den Schriften des **Rob. Smith**[α], **Porterfield**[β] und **Karſten**[γ] machen. Die Geſchichte der optiſchen Wiſſenſchaften überhaupt trägt **Prieſtley**[δ] vor, und ein Verzeichniß von optiſchen Schriften findet man beym **Wolf**[ε] und **Scheibel**[ζ].

Optiſcher Ort ſ. **Ort, optiſcher.**

Optiſcher Winkel ſ. **Sehewinkel.**

Organiſation, organiſcher Bau (organiſatio, ſtructura organica, organiſation) heißt derjenige Bau eines Körpers, nach welchen er durch eine gewiſſe innere belebte Kraft vermögend iſt, willkürliche und unwillküliche Wirkungen hervorzubringen. **Organe** ſind diejenigen Körper, durch welche dieſe Wirkungen hervorgebracht werden können, wie z. B. das Ohr, Auge u. ſ. f. So ſind auch die Gefäße, in welchen die Säfte in Umlauf gebracht werden, die zur Nahrung der Thiere und Pflanzen nöthig ſind, Organe.

Organiſirte, organiſche Körper (corpora organica, organiſata, corps organiſés ou organiques) heißen diejenigen natürlichen Körper, welche einen organiſchen Bau haben. Die organiſchen Körper unterſcheiden ſich daher von den unorganiſirten Körpern nicht nur in Rückſicht ihres äußern Anſehens, ſondern vorzüglich darin, daß jene eine

α) Vollſtändiger Lehrbegriff der Optik, nach dem Engliſch. des Smith mit Aenderung. und Zuſätz. von Käſtner Altenb. 1755. 4.

β) Treatiſe on the eye, the manner and phenomena of Viſion by W. *Porterfield.* Edinb 1759. II Vol. 8.

γ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. VII. und VIII. Anfangsgründe der mathematiſch. Wiſſenſchaften Th. III.

δ) Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Optik; a. d. Engl. mit Anmerk. u. Zuſ von Klügel. Leipz. 1776. 4.

ε) Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathemat. Schriften im 4ten Bande der Anfangsgr. der mathemat. Wiſſenſch. Cap. 10.

ζ) Einleitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß 9tes Stück. Breslau 1777. 8.

eine gewiſſe innere belebte Kraft beſitzen, wodurch ſie willkürliche und unwillkürliche Bewegungen hervorzubringen im Stande ſind.

Nach Herrn **Girtanner** [a]) iſt jede organiſirte Subſtanz ſo lange belebt, als das Princip des Lebens und der Reizbarkeit in ihr iſt, und als ihre Verwandtſchaft nicht verſchieden iſt von der, welche man in den belebten Subſtanzen antrifft. Das Holz, z. B. aus welchem unſere Tiſche und Stühle verfertiget ſind, iſt nach ihm ein organiſirter oder belebter Körper, indem man eigentlich nicht ſagen könne, daß das Holz todt ſey, bis es verfault iſt.

Der Herr **von Humboldt** [b]) nennt **unbelebte, träge** Materie diejenige, deren Beſtandtheile nach den Geſetzen der chemiſchen Verwandtſchaft gemiſcht ſind, **belebte** oder **organiſirte** aber diejenige, welche von den Banden der chemiſchen Verwandtſchaft frey iſt, und des ununterbrochenen Beſtrebens, ihre Geſtalt zu ändern, ungeachtet, durch eine gewiſſe innere Kraft gehindert wird, ihre erſte eigenthümliche Form zu ändern. Die innere Kraft iſt die Lebenskraft, welche die Bande der chemiſchen Verwandtſchaft auflöſet, und die freye Verbindung der Grundſtoffe in den Körpern hindert. Der Tod hebt dieſes Hinderniß, durch die Fäulniß treten die Elemente wieder in ihre vorige Rechte, und ordnen ſich nach chemiſchen Verwandſchaften. Alle organiſirte Körper kommen nach dem Tode unter gleichen Umſtänden, z. B. bey eben dem Wärmegrade, eben der Beſchaffenheit der Atmoſphäre, in Fäulniß, bey welchen ſie im Leben der Fäulniß widerſtanden.

Träge Materien können nicht in Fäulniß übergehen. Denn ſie ſind nach chemiſchen Verwandtſchaften gemiſcht, und haben kein Beſtreben in ſich, ihre Geſtalt zu ändern. Die Verwitterung der Schwefelkieſe oder des geſchwefelten

Eiſens

a) Ueber die Reizbarkeit, als Lebensprincip in der organiſirten Natur, aus dem Journal de physique überſ. in Grens Journal der Phyſik B. III. S. 530.

b) Aphoriſmen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen, aus d. lateiniſch. überſetzt von Fiſcher. Leipz. 1794. 8. §. 1.

Eiſens iſt von der Gährung gar ſehr verſchieden. Bey der erſtern geht der Sauerſtoff aus der Luft mit dem Schwefel eine Verbindung ein, und bildet Schwefelſäure, bey der letztern aber treten die Beſtandtheile des Körpers ſelbſt, ohne Dazwiſchenkunft einer Subſtanz, in neue Verbindungen.

Man hat daher die Geſetze der Verwandtſchaften ganz allein aus der Natur der unbelebten Subſtanzen abzuleiten. Wäre die Welt nur mit organiſirten Körpern beſetzet, ſo würden uns die Verwandtſchaften unbekannt ſeyn, und wir würden nur ungleichartige Stoffe verbunden, gleichartige getrennt finden.

Von den Elementen, welche nach dem neuern Syſteme als einfach oder als unzerlegt betrachtet werden, machen nach Herrn **von Humboldt** nur folgende 18 die Beſtandtheile organiſirter Körper aus: Lichtſtoff, Wärmeſtoff, Elektricität, Sauerſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff, Kohlenſtoff, Schwefel, Phosphor, Soda, Pottaſche, Kieſelerde, Thonerde, Kalkerde, Bittererde, Schwererde, Eiſen, Braunſtein. Die übrigen findet man nie anders, als nach den Geſetzen der chemiſchen Verwandtſchaft gemiſcht.

Aus dieſen Grundſtoffen ſind die eigenthümlichen Zuſammenſetzungen gebildet, durch deren Aggregat der Bau der organiſirten Körper aufgeführet iſt. Die Kunſt kann zwar dieſe Zuſammenſetzungen in ihre Grundſtoffe zerlegen, aber ſie nicht aus den letztern hervorbringen.

Orient ſ. **Morgenpunkt.**

Orkan ſ. **Wind.**

Ort, optiſcher (locus opticus, lieu optique). Befindet ſich das Auge (fig. 125.) in o, wo es den leuchtenden Punkt l und hinter demſelben zugleich die Fläche cd ſiehet, ſo wird der Punkt b in der Fläche von dem leuchtenden Punkte l dem Auge o verdeckt, und heißt nun der Punkt b der **optiſche Ort** von l auf dieſer Fläche für das Auge o. Behalten der leuchtende Punkt l und die Fläche cd ein und die nämliche Lage, das Auge o aber verändert ſeine Stelle, ſo ändert ſich auch der optiſche Ort. So iſt

z. B. für das Auge ω der optiſche Ort von l die Stelle a auf der Fläche cd; alsdann wird ab die Parallaxe genannt. M. ſ. **Parallaxe.**

Iſt das Auge nicht vermögend, durch irgend etwas auf eine Entfernung des leuchtenden Punktes l von der Fläche cd zu ſchließen, ſo ſcheinet es ihm, als wenn l ſelbſt in der Fläche cd, alſo in b oder a ſich befände. Durch einen Geſichtsbetrug hält er den optiſchen Ort für den wahren. In einem ſolchen Falle wird der optiſche Ort zugleich ein ſcheinbarer Ort. Auf ſolche Art ſcheinet es uns, als ob zur Nachtzeit die Sterne am blauen gewölbten Himmel gleichſam angeheftet wären, indem wir keine Entfernung der Sterne von ſelbigem wahrnehmen. Ihre Stellen ſind alſo nur optiſche Orte, beym erſten Anblick aber werden ſie für die wahren Orte gehalten, und ſind daher auch ſcheinbare Orte.

Wenn das Auge von o nach ω fortrückt, ohne daß es ſeine Bewegung gewahr wird, ſo ſcheint ſich l von b nach a zurück zu bewegen, oder auch die Fläche cd ſelbſt um das Stück ab vorwärts zu ſchieben, nachdem man ſich nämlich vorſtellet, daß entweder der Punkt l oder die Fläche cd in Bewegung iſt. M. ſ. **Geſichtsbetrüge.**

Ort, ſcheinbarer (locus apparens, lieu apparent) heißt der Ort, an welchem wir vermöge unſeres Urtheils, welches wir über das Geſehene fällen, ein Objekt oder ein Bild desſelben zu ſehen glauben. Der ſcheinbare Ort und der optiſche Ort ſind von einander verſchieden. Denn bey dem erſtern kömmt es nicht allein auf reine optiſche Darſtellung, wie beym letztern, ſondern auch noch auf unſer Urtheil über das Geſehene an. Der optiſche Ort hat alle Mahl eine Beziehung auf eine Fläche als Hintergrund, der ſcheinbare Ort kann aber auch ohne dergleichen Beziehung gedenkbar ſeyn. Der optiſche Ort iſt nicht jederzeit ein ſcheinbarer Ort, ſondern nur alsdann, wenn man die Entfernung des Objektes oder des Bildes von der Fläche nicht wahrnimmt. Bey dem ſcheinbaren Orte eines Punktes

tes kömmt es auf die Richtung, nach welcher die Lichtſtrahlen von ihm ins Auge kommen, und auf ſeine ſcheinbare Entfernung vom Auge an. Es ſind daher hierbey alle die Umſtände zu erwägen, welche unter dem Artikel, **Entfernung, ſcheinbare**, ſind angeführet worden.

Bey nahen gewöhnlichen Sachen, welche wir durch gerade Strahlen ſehen, betrügen wir uns gemeiniglich nicht über ihren Ort. Bey entfernten Dingen hingegen täuſchen wir uns deſto mehr, indem wir ſie gewöhnlich an die Fläche des Hintergrundes ſetzen, und den optiſchen Ort zum ſcheinbaren oder nach unſerm Urtheile zum wahren machen. In Anſehung der gebrochenen und zurückgeworfenen Strahlen iſt es gewöhnlich noch ſchwerer, nur etwas Beſtimmtes über den Ort des Bildes anzugeben. M. ſ. **Bild**. Wenn man mit **Barrow** annimmt, daß ein jeder Punkt da geſehen werde, wo die Spitze des von ihm auf die Pupille kommenden Strahlenkegels liegt, ſo gibt es bey den ſphäriſchen Spiegeln gar keinen Punkt, in welchem ſich die Richtungen aller von einem Punkte des Objektes herkommenden Strahlen vereinigten, d. h. gar keinen abſoluten Ort des Bildes; in den meiſten Fällen iſt aber doch für die Strahlen, welche ins Auge kommen, ein Punkt vorhanden, nach welchem ihre Richtungen convergiren, oder um den ſie wenigſtens am dichteſten zuſammenkommen, und welchen man den **relativen Ort** des Bildes nennen könnte.

Allein unſer Urtheil richtet ſich nach dieſem Orte nicht allein, welcher oft ſelbſt hinter das Auge fällt. Man muß daher den ſcheinbaren Ort des Bildes noch von jenem abſoluten und relativen Ort unterſcheiden, und es läßt ſich für ihn gar nichts Beſtimmtes anführen.

M. ſ. **Klügels** Zuſatz zu **Prieſtley's** Geſchichte der Optik. S. 504.

Oſcillation ſ. **Schwingung.**

Oſt ſ. **Morgenpunkt.**

Oxydation, **oxydirte Stoffe** ſ. **Säure.**

Oxygen ſ. **Sauerſtoff.**

Oxygenation ſ. **Sauerſtoff.**

P.

Panzer des Magnets ſ **Magnet.**

Papierelektrophor ſ. **Elektrophor.**

Papiniſche Maſchine, Papins Digeſtor (machina Papini ſ. Papiniana, olla ſ. digeſtor Papini, marmite de Papin). Unter dieſem Nahmen hat **Dionyſius Papin** *) eine Vorrichtung beſchrieben, um damit Waſſer in einem hohen Grade zu erhitzen, ohne daß die dadurch ſich erzeugenden Dämpfe entweichen können. Es hatte **Papin** dabey die Abſicht, Säfte thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen auf eine leichte und wohlfeile Art auszuziehen. Sie beſteht aus einem hohlen cylindriſchen, inwendig verzinnten kupfernen Gefäße, das durch einen Deckel mit um den Rand gelegter Pappe mittelſt einer ſtarken eiſernen Schraube ſehr feſt und genau verſchloſſen werden kann.

Wenn Waſſer in offenen Gefäßen erhitzet wird, ſo nimmt es nur einen gewiſſen beſtimmten Grad der Temperatur an; denn die mehr erhitzten Theile werden alsdann in Dämpfe verwandelt, wodurch das Sieden des Waſſers entſtehet. Wird hingegen das Waſſer in feſt verſchloſſenen Gefäßen erhitzt, ſo können die in ſelbigen erzeugten Dämpfe nicht ausweichen, wirken alſo ſelbſt auf das Waſſer zurück, und verurſachen, daß ein weit größerer Grad der Hitze angewendet werden muß, um das Waſſer im Sieden zu erhalten. Wegen der dadurch ungemein zunehmenden Expanſion der entſtehenden Dämpfe, erhellet es ganz leicht, daß die Wände ſolcher Gefäße ſtark genug ſeyn müſſen, um mit Gefahr der Umſtehenden nicht zu zerſpringen. Dadurch aber erhält man ein Mittel, harte Körper, welche bey der gewöhnlichen Südhitze im Waſſer gar nicht angegriffen werden, als z. B. Knochen, harte Hölzer u. dergl. im heißen Waſſer zu erweichen und aufzulöſen. Auf dieſe Art bereitet man

*) A new Digeſtor. Lond. 1681. 4. Continuation of the new digeſtor etc. Lond. 1687. 4. La manière d'amollir les os. Amſterd. 1681. 8.

man beſonders aus thieriſchen Subſtanzen kräftige Brühen und Gallerten.

Um der Gefahr des Zerſpringens vorzubeugen, thut man wohl, den papiniſchen Digeſtor aus getriebenem Kupfer verfertigen zu laſſen [α]). Herr **Wilke** [β]) hat ihn noch mehr zum ökonomiſchen Gebrauche eingerichtet, und Verſuche hiermit erzählet **Ziegler** [γ]).

M. ſ. **Leonhardi** im macquerſchen Wörterbuche Art. **papiniſche Maſchine.**

Paraboliſche Spiegel ſ. Spiegel **paraboliſche.**

Parallaxe (parallaxis, parallaxe) heißt im allgemeinſten Verſtande der Unterſchied oder die Entfernung zweyer optiſcher Oerter eines Objektes, welches aus zweyen verſchiedenen Standpunkten betrachtet wird. Sieht das Auge (fig. 125.) das Objekt l aus den beiden Orten o und ω, ſo iſt b a die Parallaxe des Objektes l auf der Fläche c d. Der Ausdruck Parallaxe ſtammt von dem griechiſchen Worte παϱαλλαξις ab, und bedeutet ſo viel, als Verrucken, Verſchieben, Verändern. Es verrückt ſich nämlich der ſcheinbare Ort b des Objektes l aus o geſehen gegen a hin, wenn das Auge von o nach ω kömmt, und daher entſteht der allgemeine optiſche Begriff von der Parallaxe.

In der Aſtronomie iſt die Parallaxe von ungemeiner Wichtigkeit, in dem aus der genauen Beſtimmung derſelben erſt die Entfernungen der Himmelskörper von der Erde berechnet werden können. Nimmt man auf der Erdfläche zwey in einer gewiſſen Entfernung von einander liegende Orte an, aus welchen ein Geſtirn am Himmel zu gleicher Zeit geſehen werden kann, ſo würde alsdann der Unterſchied der optiſchen Orte des Geſtirnes aus beiden Beobachtungsorten betrachtet die Parallaxe des Geſtirnes ſeyn. Um aber einen

α) Mémoire ſur l'uſage économique du digeſteur de Papin à Clermont. Ferr. 1761. 8. und im leipzig. Intelligenzblatt 1763. n. XI. Artikel 10.

β) Schwediſch. Abhandlung für 1773.

γ) Specimen de digeſtore Papini, eius ſtructura et vſu. Baſil 1768. 4 maj.

einen feſten Ort für alle Erdbewohner zu haben, ſo ſtellt ſich der Aſtronom vor, als ob ein Beobachter das Geſtirn aus dem Mittelpunkte der Erde betrachte, und benennt den Ort, wo es dieſer am Himmel ſieht, den **wahren Ort**, denjenigen aber, wo es ein Beobachter auf der Erdfläche ſieht, den **ſcheinbaren Ort**, und belegt den Unterſchied zwiſchen beiden Orten mit dem Nahmen der **Parallaxe**. Befände ſich alſo (fig. 126.) ein Geſtirn ſ am Himmel, ſo wird dieſes aus dem Mittelpunkte der Erde t geſehen in der Richtung tb, aus l auf der Oberfläche der Erde aber in der Richtung la betrachtet, und es iſt ab die Parallaxe des Geſtirns. Die Entfernung des wahren Ortes vom Zenith z iſt zb oder der Winkel ztb, und die des ſcheinbaren Ortes vom Zenith za oder der Winkel zla; beyder Unterſchied iſt ab oder zla — zta = lſt, daher auch der Winkel lſt die **Parallaxe** oder der **parallaktiſche Winkel** und das Dreyeck ſtl das **parallaktiſche Dreyeck** genannt wird. Es iſt daher der parallaktiſche Winkel derjenige Winkel, welchen die beiden Geſichtslinien tſ und lſ am Geſtirn ſ mit einander machen.

Iſt das Geſtirn ſ gerade im ſcheinbaren Horizonte des Beobachtungsortes l, ſo heißt alsdann der Winkel lſt die **Horizontalparallaxe** des Geſtirnes. Befindet ſich hingegen das Geſtirn über dem Horizonte des Beobachtungsortes l in g, ſo wird alsdann der Winkel g die **Höhenparallaxe** des Geſtirnes g genannt. In dem rechtwinkligen Dreyecke llt hat man ſt:tl = ſin. tot:ſin. lſt und in dem ſtumpfwinkligen Dreyecke gtl iſt tg:tl = ſin. glp:ſin. g, folglich $\frac{ſt}{tl} = \frac{ſin.\ tot.}{ſin.\ lſt}$ und $\frac{tg}{tl} = \frac{ſin.\ glp}{ſin.\ g}$. Wenn daher für einerley Geſtirn tſ = tg, ſo hat man auch $\frac{ſin.\ tot.}{ſin.\ lſt} = \frac{ſin.\ glp}{ſin.\ g}$, und daher ſin. tot:ſin lſt = ſin. glp:ſin. g. Wenn demnach die Horizontalparallaxe eines Geſtirnes bekannt iſt, ſo läßt ſich ſeine Höhenparallaxe für jede

jede ſcheinbare Höhe über dem Horizonte finden, und umgekehrt. Daraus folgt zugleich daß die Parallaxe eines Geſtirnes im Horizonte am größten iſt, und daß ſie mit der zunehmenden Höhe desſelben über dem Horizonte abnimmt, bis ſie im Zenith gänzlich verſchwindet.

Uebrigens iſt es klar, daß die Parallaxe eines Geſtirnes eben derſelbe Winkel iſt, unter welchem der Halbmeſſer der Erde erſcheinet, wenn er aus dem Geſtirn geſehen wird; oder es iſt **die gedoppelte Parallaxe dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Erde aus dem Geſtirn betrachtet gleich.**

Beweget ſich das Geſtirn f ſelbſt um die Erde, oder ſcheinet es auch nur um ſelbige ſich zu bewegen, ſo iſt es bey r im wahren und bey f im ſcheinbaren Horizonte des Ortes l. Es ſind alſo dieſe beiden Horizonte in Rückſicht des Geſtirnes um den Bogen rf von einander entfernet, welcher das Maß von dem Winkel ftr iſt. Da aber der Winkel rtf = tfl, weil fd und rf mit einander parallel ſind, ſo iſt auch der Bogen rf das Maß für die Horizontalparallaxe. Dieß iſt die Urſache, warum der Bogen rf oder der Abſtand des wahren Horizontes von dem ſcheinbaren unter dem Artikel, **Horizont**, die Horizontalparallaxe genannt wurde (Th. II. S. 962.). Auch iſt bereits unter dieſem Artikel bemerket, daß bey den Fixſternen keine Horizontalparallaxe, vielweniger eine Höhenparallaxe wahrgenommen wird, und daß folglich die Erde in Rückſicht der Fixſterne als ein wahrer Punkt betrachtet werden kann. Da aber doch die Fixſterne am blauen Himmel gleichſam angeheftet zu ſeyn ſcheinen, ſo ſieht man leicht, daß der Kreis zbhfld als unendlich erweitert anzunehmen iſt. Sein Mittelpunkt iſt alsdann ſowohl in l als auch in t, und der Winkel bey f wird nun auch durch den Bogen ab gemeſſen. Daraus ſieht man, daß es ganz gleichgültig ſey, ob man für die tägliche Parallaxe den Winkel tfl oder auch den Bogen ab nach der allgemeinen optiſchen Bedeutung des Wortes annehmen will.

Die Parallaxe iſt alſo nur bemerkbar bey der Sonne, Mond, den Planeten, Kometen u. ſ. f. Für einen jeden dieſer Himmelskörper hat man aber nur nöthig, die Horizontalparallaxe zu ſuchen. Um nun dieſes zu bewerkſtelligen, laſſen ſich folgende drey Fälle gedenken.

1. Wenn zwey Beobachter an zwey verſchiedenen Orten auf der Erdfläche in Anſehung der geographiſchen Breite anſehnlich weit von einander entfernet ſind, aber einerley geographiſche Länge haben, ſo muß ein jeder Beobachter nicht nur die Entfernung des Planeten vom Zenith, ſondern auch die Polhöhe oder geographiſche Breite mit möglichſter Sorgfalt meſſen. Zu dem Ende ſey (fig. 127.) bfa ein Meridian, in welchem beide Beobachter in a und b ihre Stellen haben. Wenn alsdann ce und cd die Scheitellinien vorſtellen, ſo iſt pae die eine, und pbd die andere Entfernung des Geſtirnes p vom Zenith, und der Winkel bca der Unterſchied beider Polhöhen. Demnach ſind in dem Vierecke acpb die Winkel pbc, pac und bca bekannt, und man findet daraus den Winkel bpa. In dem Falle, wie ihn dieſe Figur vorſtellet, hat der eine Beobachter ſeine Stelle auf der Südſeite und der andere auf der Nordſeite des Scheitels; alsdann iſt der Winkel bpa = bpc + cpa, und die Winkel bpc und cpa ſind die Höhenparallaxen des Geſtirnes p. Hätten hingegen beide Beobachter ihre Stellen in dem Mittagsbogen zwiſchen cp und ca, ſo würde alsdann der Winkel bpa = cpa — bpc ſeyn. Man ſetze nun die Horizontalparallaxe = x, den Winkel pac = α, den Winkel pbd = β, den Winkel apc = γ, und den Winkel bpc = δ, ſo hat man

$$\text{ſin. tot} : \text{ſin. } x = \text{ſin. } \alpha : \text{ſin. } \gamma \text{ und}$$

$$\text{ſin. tot} : \text{ſin. } x = \text{ſin. } \beta : \text{ſin } \delta, \text{ mithin}$$

$$\text{ſin. } \gamma = \frac{\text{ſin. } \alpha \,.\, \text{ſin. } x}{\text{ſin. tot.}} \text{ und ſin. } \delta = \frac{\text{ſin. } \beta \,.\, \text{ſin. } x}{\text{ſin. tot.}}$$

Weil aber gewöhnlich der Winkel bpa ſehr klein befunden wird, ſo kann man ohne merklichen Fehler annehmen, daß

ſich

ſich die Sinus der Winkel x, γ und δ wie die Winkel ſelbſt verhalten, und in dieſer Rückſicht hat man

$$\gamma = \frac{x \cdot \text{ſin.}\,\alpha}{\text{ſin. tot.}} \text{ und } \delta = \frac{x \cdot \text{ſin.}\,\beta}{\text{ſin. tot.}}, \text{ mithin auch}$$

$$\gamma + \delta = \frac{x\,(\text{ſin.}\,\alpha + \text{ſin.}\,\beta)}{\text{ſin. tot.}},$$

und hieraus findet man

$$x = \frac{\text{ſin. tot.}\,(\gamma \pm \delta)}{\text{ſin.}\,\alpha \pm \text{ſin.}\,\beta} = \frac{\text{ſin. tot.} \times bpa}{\text{ſin.}\,\alpha \pm \text{ſin.}\,\beta}.$$

2. Wenn die Oerter beider Beobachter nicht völlig einerley Länge haben, ſo müſſen alsdann andere Beobachtungen über den Lauf des Geſtirnes angeben, wie groß die Aenderung der Abweichung des Geſtirnes in derjenigen Zeit ſey, binnen welcher dasſelbe aus dem einen Meridian in den andern kömmt. Hiernächſt kann man diejenige Beobachtung, welche im weſtlichen Meridian angeſtellet iſt, auf diejenige bringen, welche mit der andern Beobachtung im öſtlichen Meridian in einerley Breite zugleich wäre angeſtellet worden, wenn der weſtliche Beobachter im öſtlichen Meridian ſich befunden hätte; alsdann läßt ſich die Horizontalparallaxe des Geſtirnes durch dieſe Beobachtung eben ſo, wie im erſten Falle, berechnen.

3. Wären endlich die Breiten beider Beobachtungsörter nicht mit Gewißheit bekannt, ſo muß ein jedweder Beobachter außer der Entfernung des Geſtirnes vom Zenith noch die Entfernung desſelben von einem Fixſterne meſſen, welcher mit dem Geſtirn zugleich in Meridian kömmt. Geſetzt alſo, der eine Beobachter ſähe den Fixſtern in der Richtung bg, und der andere in der Richtung ah, ſo laufen nun bg und ah mit einander parallel, und es iſt der Winkel bpa = gbp + hap, da alsdann der eine Beobachter das Geſtirn ſüdwärts, und der andere nordwärts ſieht. Wären aber beide Beobachter auf der einen Seite des Planeten, ſo würde alsdann der Winkel apb die Differenz beider Entfernungen des Fixſternes vom Geſtirne ſeyn.

Exemp. De la Caille beobachtete am 6ten Octob. 1751 auf dem Vorgeb. der guten Hoffnung den Mars in einer Weite vom Zenith von 25° 2′, und fand den nördlichen Rand deſſelben 62, 7″ nördlicher, als den Stern λ im Waſſermann. **Wargentin** in Stockholm fand dieſen Planeten in eben der Zeit in einer Entfernung vom Zenith von 68° 14′, und den nördlichen Rand 6, 6″ ſüdlicher als den Stern λ; demnach war apb = 33, 3″. Ferner hat man ſin. α = ſin. 68° 14′ = 9287017, ſin. β = ſin. 25° 2″ = 4231455, und es ergibt ſich

$$x = \frac{333000000}{13518473} = 24,63''$$

In dem parallaktiſchen Dreyecke (fig. 126.) ſlt ſetze man den Halbmeſſer der Erde tl = ϱ, die Horizontalparallaxe tſl = α eines Planeten, und die Entfernung ſt = δ, ſo hat man $\delta : \varrho$ = ſin. tot : ſin. α, folglich

$$\text{ſin. } \alpha = \frac{\varrho \cdot \text{ſin. tot.}}{\delta};$$

ferner ſey die Horizontalparallaxe eines andern Geſtirnes = β, und die Entfernung deſſelben von dem Mittelpunkte der Erde = Δ, ſo hat man aus eben dem Grunde ſin. β = $\frac{\varrho \cdot \text{ſin. tot.}}{\Delta}$, folglich ſin. α : ſin. β = $\Delta : \delta$, oder, weil die Winkel α und β alle Mahl klein ſind, $\alpha : \beta = \Delta : \delta$, d. h. die Horizontalparallaxen zweyer Geſtirne verhalten ſich zu einander umgekehrt wie die Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde. Wenn demnach das Verhältniß dieſer Entfernungen der Geſtirne gegen einander zu der Zeit bekannt iſt, da die Horizontalparallaxe des einen Geſtirnes geſuchet wurde, ſo kann man die Horizontalparallaxe eines jeden andern nach einer leichten Regel Detri für eben dieſe Zeit finden. Zu dieſer Zeit da die Horizontalparallaxe des Mars 24, 63″ gefunden ward, war die Entfernung des Mars von der Erde = 0,4354, wenn die mittlere Entfernung der Sonne = 1 angenommen wird; mithin kann man anſetzen

1:0,4354 = 24,63″: Horizontalparallaxe der Sonne in ihrer mittleren Entfernung von der Erde, und man würde ſelbige 10,72″ finden, nur müßte man ſich auf jene beobachteten Zahlen ſicher verlaſſen können. Weil unſere Erde ein an den Polen zuſammengedrucktes Sphäroid iſt, ſo folget, daß nicht alle Örter auf der Erdoberfläche von dem Mittelpunkte der Erde gleich weit entfernet ſind; demnach kann auch die Horizontalparallaxe eines Planeten bey gleicher Entfernung vom Mittelpunkte der Erde nicht für alle Oerter auf der Oberfläche der Erde einerley ſeyn, vielmehr muß ſie für einen Ort unter der Linie am größten ausfallen, und würde für einen Ort im Erdpole am kleinſten gefunden werden. Es iſt jedoch leicht zu begreifen, daß bey ſolchen Himmelskörpern, deren Entfernung von der Erde in Vergleichung mit dem Halbmeſſer derſelben ſehr groß iſt, der Unterſchied der für einerley Himmelskörper zu verſchiedenen Oertern auf der Erdoberfläche zugehörigen Parallaxen klein ſey, und folglich außer Acht gelaſſen werden kann, welches bey den obern Planeten Statt findet. Allein bey dem Monde wird dieſer Unterſchied ſchon bemerklicher werden; er kann ſich für einen Ort unter der Linie und für einen zunächſt am Pol auf 18″ erſtrecken.

Noch andere Methoden, Parallaxen zu finden, lehret **de la Lande** im 9ten Buche ſeiner Aſtronomie. Zur genauern Beſtimmung der Sonnenparallaxe dienen beſonders die Durchgänge der Venus durch die Sonnenſcheibe.

Aus der Horizontalparallaxe und aus dem Durchmeſſer der Erde läßt ſich die Entfernung der Geſtirne von dem Mittelpunkte der Erde durch eine ungemein leichte Rechnung finden. In dem parallaktiſchen Dreyecke ſtl (fig. 126.) hat man

$$lt : tſ = \text{ſin. } ltſ : \text{ſin. tot}, \text{ mithin}$$

$$tſ = \frac{\text{ſin. tot.}}{\text{ſin. } ltſ} . lt, \text{ d. h.}$$

wenn man den Sinus totus durch den Sinus der Parallaxe

des

des Geſtirnes dividiret und dieſen Quotienten mit dem Halbmeſſer der Erde multipliciret, ſo ergibt ſich die geſuchte Entfernung.

Exemp. 1. In der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde iſt ſeine Horizontalparallaxe 57′ 3″, mithin findet man

$$\log. \sin. 1 ſt = 8{,}2200087 \text{ und}$$

$$l. \frac{\sin.\ tot}{\sin.\ l t ſ} = 1{,}7799913 \text{ und daher}$$

$$t ſ = 60{,}25 \times l t,$$ als die mittlere Entfernung von der Erde.

Exemp. 2. Für die Sonne hat de la Lande die Horizontalparallaxe = 8,6 Sek. gefunden. Weil hier der parallaktiſche Winkel ſehr klein iſt, ſo hat man nur nöthig den Bogen, welcher dem Sinus totus gleich iſt, oder die Zahl 206264, 8″ durch 8,6 zu dividiren; mithin hat man

$$t ſ = \frac{206264{,}8}{8{,}6} = 23984 . l t$$

Uebrigens verurſachet die Parallaxe, daß die Himmelskörper in dem Vertikalkreiſe, worin ſie ſich befinden, auf der Oberfläche der Erde geſehen niedriger erſcheinen, als wenn ſie aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet würden. Demnach werden auch durch die Parallaxe die gerade Aufſteigung, die Abweichung, Länge und Breite des Geſtirnes verändert. Man muß alſo von der Höhenparallaxe noch die Rectaſcenſional-Declination-Längen- und Breitenparallaxe unterſcheiden.

M. ſ. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 226 f.

Parallaxe der Erde, jährliche Parallaxe (parallaxis orbis annua, proſtaphaereſis orbis, parallaxe de l'orbite, parallaxe abſolue) heißt der Unterſchied der optiſchen Orte eines Geſtirnes, wenn man es aus zwey verſchiedenen Orten der Erdbahn, oder wie bey den Planeten angenommen wird, aus der Sonne und einem Orte der Erdbahn

Erdbahn betrachtet. Hier nimmt man ſtatt des Mittelpunktes der Erde die Sonne und ſtatt des Ortes auf der Erdbahnoberfläche eine Stelle der Erdbahn. Es iſt daher die Parallaxe der Erdbahn die Differenz des heliocentriſchen und geocentriſchen Ortes. M. ſ. **Geocentriſch, Heliocentriſch.**

Es ſey (fig. 128,) ♈ t ♎ m die Erdbahn, t die Erde, ſ die Sonne und ein Planet in p, ſo wird dieſer von der Sonne in der Richtung ſp, und von der Erde in der Richtung tp geſehen, und es wäre eigentlich der Winkel tpſ die Parallaxe der Erdbahn. Bey der Theorie der Planeten iſt es aber gewöhnlich, den Ort des Planeten p durch eine auf die Ebene der Erdbahn gezogene ſenkrechte Linie pn auf die Ekliptik zu reduciren, wo nun die Linie ſnm deſſen heliocentriſche und tnμ die geocentriſche Länge beſtimmt. Der Unterſchied dieſer beiden Längen oder der Winkel tnſ heißt alsdann die **Parallaxe der Erdbahn.**

Durch dieſe Parallaxe werden die beträchtlichſten Veränderungen in der ſcheinbaren Bewegung der Planeten und Kometen verurſachet und bewirket, daß uns ihr an ſich ungleicher Lauf noch ungleicher erſcheinet. Durch ſie werden die ſcheinbaren Stillſtände und Rückgänge der Planeten und Kometen veranlaſſet, da ſonſt ihr Lauf aus der Sonne geſehen beſtändig rechtläufig ſeyn würde.

Was aber die Fixſterne betrifft, ſo hat man an ſelbigen noch keine Spur einer jährlichen Parallaxe entdecken können. Von der Erde aus erſcheinen ſie aus ♈ eben ſo wie aus ♎, und die Geſichtslinien ♈ l und ♎ l nach ein und dem nämlichen Fixſterne ſcheinen unter ſich parallel zu ſeyn, obgleich die beiden Stellen der Erdbahn auf 24000 Erddurchmeſſer von einander abſtehen.

Wenn man bey den Fixſternen eine Wirkung der jährlichen Parallaxe wahrnehmen ſollte, wobey z. B. die Geſichtslinie aus ♎ des Sternes l nach ♎ λ gerichtet wäre, ſo müßte die Breite des Sternes oder der Winkel der Geſichtslinie mit der Ekliptik bey ♎ größer als bey ♈ ſeyn, weil λ ♎ e größer als l ♈ e iſt, d. h. der Fixſtern müßte

eine

eine größere Breite beſitzen, wenn er der Sonne gegen über geſehen wird, und um Mitternacht durch den Mittagskreis gehet, eine kleinere, wenn er bey der Sonne erſcheinet.

Viele ältere Aſtronomen haben dieſerwegen häufige Beobachtungen über die Entfernungen der culminirenden Sterne vom Zenith angeſtellet, woraus ihre Stellen am Himmel am leichteſten beſtimmt werden können. In Uranienburg fand **Tycho** die größte Höhe zu entgegengeſetzten Zeiten einerley α), und machte daraus den Schluß, daß die jährliche Parallaxe unmerklich ſey. Man wendete dieß als einen Einwurf gegen das copernikaniſche Syſtem an, indem man glaubte, es müſſe ſich eine Parallaxe zeigen, wenn ſich die Erde wirklich um die Sonne bewegte. **Picard, Hook, Flamſtead** und **Jakob Caſſini** gaben ſich hierüber außerordentliche Mühe, und bemerkten auch in der That kleine Veränderungen in den Stellen der Fixſterne, ohne jedoch beweiſen zu können, daß ſie von der jährlichen Parallaxe herrührten. Selbſt **Horrebow** glaubte ſich berechtiget zu halten, aus ſeinen und **Römers** Beobachtungen eine jährliche Parallaxe von 30 Sekunden ableiten zu können, und gründete hierauf eine Vertheidigung des **Copernikus** β), allein **Manfredini** γ) bewies, daß dieſe Erſcheinungen nicht mit der Wirkung einer von der Erdbahn herrührenden jährlichen Parallaxe zuſammenſtimme. Gleichwohl ſuchte der jüngere **Horrebow** δ) ſeines Vaters Meinung zu vertheidigen; allein es war zu dieſer Zeit bereits die Entdeckung des **Bradley** bekannt, daß dieſe kleinen Veränderungen der Fixſterne von einer ſcheinbaren jährlichen Bewegung herrühren, welche eine ganz andere Urſache hat. M. ſ. **Abirrung des Lichtes**. **Bradley**, welcher hierauf beſonders bey ſeinen äußerſt feinen Beobachtungen acht gab,

α) *Kepler* epit. aſtronom. Copernic. L. III. p. 493.
β) Copernicus triumphans. Hafn. 1727. 4.
γ) Diſſ. de annuis inerrantium ſtellarum aberrationibus. Bonon. 1729. 4.
δ) De parallaxi fixarum annua. Havn. 1740. 4. u. d. act. erud. Lipſ. 1748. p. 190.

gab, verſichert, daß er eine jährliche Parallaxe an den Fixſternen würde bemerket haben können, wenn dieſe eine Sekunde austrüge. Nachher ſind noch ſehr genaue Beobachtungen von verſchiedenen Aſtronomen über die Parallaxe des Sirius, wiewohl ohne den gehofften Erfolg, angeſtellet worden.

Daraus folgt nun die im eigentlichſten Sinne unermeßlichen Weite der Fixſterne von der Erde, ſo daß ſogar alle aus dem Umfange der Erdbahn nach einerley Fixſtern gezogene gerade Linien unter ſich als parallel zu betrachten ſind, und daß der ganze Umkreis von dem größten und nächſten Fixſterne aus betrachtet als ein einziger Punkt angeſehen werden kann. Um nur einiger Maßen zu zeigen, wie groß die Entfernung eines größten Fixſternes, z. B. des Sirius von der Erde iſt, nehme man an, die Parallaxe desſelben ſey = 1 Sekunde, ſo hat man nach der im vorigen Artikel angegebenen Rechnung

$$\text{die geſuchte Entfernung} = \frac{\text{ſin. tot.}}{\text{ſin. } 1''} . 24000 \text{ Erdhalbm.}$$

$$= 2079000 \times 24000 \text{ Erdhalbm.}$$

Da man aber vermöge der Beobachtungen die Parallaxe ſelbſt des nächſtens Fixſternes gar nicht ein Mahl = 1″ annehmen kann, ſo folgt, daß ein ſolcher Fixſtern noch ſehr viel weiter von der Erde entfernet ſeyn muß, als dieſe Rechnung zeiget.

Weil der Halbmeſſer der Erde nur den 24000 Theil von dem Halbmeſſer der Erdbahn ausmacht, ſo kann auch die tägliche Parallaxe der Fixſterne nur $\frac{1}{24000}$ der jährlichen, mithin bey weiten noch nicht $\frac{1}{24000}$ einer Sekunde betragen. Daraus ſieht man, daß es ganz unmöglich iſt, nur einige Wirkung der Parallaxe an den Fixſternen wahrzunehmen.

M. ſ. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 621, 622.

Parallelkreiſe (circuli paralleli, paralleles) heißen in der Aſtronomie und Geographie diejenigen Kreiſe auf der Himmels- oder Erdkugel, welche mit dem Aequator parallel ſind. Von den Parallelkreiſen auf der Himmelskugel ſ. m. den Artikel, **Tagekreiſe.**

Es ſey (fig. 129.) g ein Ort auf der Erdfläche, ſo kann durch dieſen ein Kreis mit dem Aequator a h b parallel geleget werden, und dieſer wird der **Parallelkreis** des Ortes g genannt. Alle diejenigen Oerter, welche in dieſem Parallelkreiſe liegen, haben von dem Aequator einerley Entfernung oder einerley geographiſche Breite. Ein ſolcher Kreis wird, wie alle übrige Kreiſe, in Grade, Minuten, Sekunden u. ſ. abgetheilet. Die Grade und Theile der Parallelkreiſe ſind aber kleiner, als die eines größten Kreiſes der Erdkugel, als z. B. des Aequators und der Erdmeridiane. Für den Sinus totus c d würde in dem rechtwinkligen Dreyecke c f d der Halbmeſſer f d des Parallelkreiſes den Sinus von p d oder den Coſinus von d b, oder von der Breite des Parallelkreiſes vorſtellen; demnach hat man

$$fd = cd \times \text{coſ. Breite}$$

Da nun für alle Parallelkreiſe c d gleich bleibet, ſo **verhalten ſich auch ihre Halbmeſſer, mithin ihre Umkreiſe oder Theile davon wie die Coſinus der ihnen zugehörigen Breiten**, folglich iſt

Grad des Parallelk. = Grad des Merid. $\times$ coſ. Breite.

Für Jena beträgt z. B. die Breite 51° 2′, wovon der Coſinus = 0,6288682, mithin der Grad des Parallelkreiſes = 0,6288682 $\times$ 15 = 9,433023 geographiſche Meilen.

In vielen geographiſchen Lehrbüchern findet man eine Tafel über die Parallelkreiſe und ihrer Grade unter dem Nahmen Canonion Apiani. Es hatte ſie nämlich **Peter Apian** *) berechnet, und die Grade der Parallelen in Meilen und Sechzigtheilen oder Minuten der Meile angegeben.

*) Coſmographicus liber. Ingolſt. 1514. 4.

Funk *) hat eine Tafel in Meilen und deren Decimaltheile mitgetheilet.

Sehr oft, beſonders auf Landkarten werden die Grade der Parallelkreiſe auch **Grade der Länge** genannt. Es läßt ſich nämlich der Unterſchied der Längen von beiden Oertern g und e auf der Erdfläche, welcher eigentlich h a iſt, durch den Bogen g e ausdrucken, weil er eben ſo viele Grade und Theile davon, aber nur kleinere, als der Bogen h a beſitzet.

Weil die Parallelkreiſe mit dem Aequator gleichlaufend ſind, ſo müſſen ſie auch von allen Meridianen der Erde ſenkrecht geſchnitten werden. Es iſt daher die Richtung des Parallelkreiſes auf der Mittagslinie eines jeden Ortes ſenkrecht, und zeigt im Horizonte Abend und Morgen an. Geht man alſo von g aus entweder immer weſtwärts oder oſtwärts, ſo bleibt man beſtändig in einerley Parallelkreiſe, und umreiſet die Erdkugel oder vielmehr den Pol p auf einem kürzern Wege, als im größten Kreiſe.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathemat. Geographie §. 40.

Parallelſtrahlen (radii paralleli, rayons paralleles) heißen Lichtſtrahlen oder Geſichtslinien, welche unter ſich gleichlaufend ſind, oder wenigſtens von der parallelen Lage ſehr wenig abweichen.

In den optiſchen Wiſſenſchaften wird ſehr oft von Parallelſtrahlen geredet, welche aus einem leuchtenden Punkte ausgehen. Im eigentlichſten Verſtande kann es aber dergleichen nicht geben, weil jederzeit die Strahlen, welche aus einem einzigen Punkte ſich umher verbreiten, divergiren müſſen; iſt jedoch ihre Divergenz ſehr geringe, oder der Winkel, welchen die aus dem Punkte ausgehenden Strahlen mit einander machen, ſehr klein, ſo laſſen ſich auch dieſe Strahlen als ſolche betrachten, die mit einander parallel ſind. Geſetzt, es wäre dieſer Winkel (fig. 130.) ſ nicht größer

*) Anfangsgründe der mathemat. Geographie Leipz. 1771. 8. §. 114.

größer als 1″, ſo iſt alsdann ſb = 2079000. ab. (M. ſ. **Parallaxe der Erdbahn**); demnach kann man Lichtſtrahlen für parallel halten, wenn der Punkt, aus dem ſie ausgehen, 2079000 Mahl weiter entfernet iſt, als die Strahlen ſelbſt von einander abſtehen. Auf dieſe Weiſe laſſen ſich alle Strahlen für parallel annehmen, welche aus einerley Punkt der Sonne auf eine Quadratmeile der Erdfläche fallen.

Paraſelenen ſ. **Nebenmonde.**

Parhelien ſ. **Nebenſonnen.**

Parkeriſche Maſchine, Parkers Glasgeräthſchaft zur Imprägnation des Waſſers (apparatus Parkeri, appareil de Parker pour imprègnation de l'eau). Eine eigene Vorrichtung von Glas, um mittelſt ſelbiger einige Gasarten, welche ſich im Waſſer nach und nach auflöſen laſſen, bequem damit in Verbindung zu bringen. Die erſte Abſicht hiermit war vorzüglich, Waſſer mit fixer Luft (Luftſäure) zu imprängniren.

Es hatte bereits D. **Saup** [α]) behauptet, daß das pyrmonter Waſſer etwas den erſtickenden Dämpfen der Hundsgrotte ähnliches enthalte; auch D. **Brownrigg** [β]) hält das elaſtiſche Weſen der Spaa- und Pyrmonterbrunnen für etwas mit den erſtickenden Schwaden der Bergwerke übereinkommendes, und **Lane** [γ]) glaubt, daß dieſe im Waſſer gleichſam fixirte Luft das Eiſen auflöslich mache. Nachdem aber die Natur der fixen Luft durch D. **Black** und **Prieſtley** genauer unterſuchet, und die Möglichkeit dargethan wurde, daß ſich dieſes Gas mit dem Waſſer verbinden ließe, ſo fing man auch an, auf Geräthſchaften zu denken, wodurch man im Stande wäre, eine Quantität Waſſer mit Luftſäure anzuſchwängern, und auf dieſe Weiſe ein künſtliches Sauerwaſſer zu bereiten. **Prieſtley** ſelbſt zeigte

zuerſt,

α) Beſchreibung der pyrmontiſchen Sauerbrunnen und Stahlwaſſer. Hannover 1750. 8.

β) Philoſoph. transact. Vol. LV. for 1765.

γ) Philoſoph. transact. Vol. LIX. for 1769.

zuerſt, wie man dieſes bewerkſtelligen könne; allein er zieht doch die von **Parker** angegebene Methode der ſeinigen vor.

Der erſte Erfinder der parkerſchen Geräthſchaft iſt eigentlich D. **Nòth** *); **Parker** aber hat ſie anſehnlich verbeſſert, und bequemer eingerichtet, und hat daher auch von ihm den Nahmen der **parkerſchen Maſchine** erhalten. Sie iſt von **Prieſtley** beſchrieben worden.

Es beſteht dieſe Maſchine aus drey genau in einander paſſenden gläſernen Gefäßen (fig. 131.) A, B, C; das unterſte C läuft kegelförmig in eine, ungefähr 1½ Zoll weite Oeffnung zu, und hat einen flachen nach innen erhabenen Boden. An der Seite hat dieß Untertheil auch noch eine Oeffnung mit einem eingeriebenen Glasſtöpſel a. Dieß untere Gefäß muß nicht zu klein, beſonders nicht zu niedrig ſeyn. In die Oeffnung desſelben paßt das mittlere Gefäß B, welches kugelförmig iſt, und den weſentlichſten und künſtlichſten Theil der Maſchine ausmacht. Es hat unten einen Hals, welcher in die Mündung des vorigen genau und luftdicht eingeſchliffen iſt. In dieſem Halſe befinden ſich zwey ſenkrecht über einander ſtehende gläſerne Zapfen, welche mit mehreren Haarröhrchen durchlöchert ſind, und welche die fig. 132. beſonders vergrößert vorſtellet. Zwiſchen dieſen beiden gläſernen Zapfen iſt aber ein kleiner Raum, welchen ein planconvexes Linſenglas d einnimmt, daß es mit ſeinem flachen Theile auf dem unterſten Zapfen ruhet. Dieß Linſenglas hat einigen Spielraum, und dienet als Ventil, die durch die Haarröhren aufſteigende Luft durchgehen, aber keine Flüſſigkeit zurückgehen zu laſſen. Dieß mittlere Gefäß endiget ſich auch oben in eine ungefähr einen Zoll weite Oeffnung, und hat noch unten zur Seite eine andere Oeffnung b, welche mit einem eingeriebenen Glasſtöpſel verſchloſſen werden kann. In dieſen mittleren Theil der Maſchine paßt das obere ebenfalls kugelförmige Gefäß A, welches ſich unten in einen Hals endiget, der in die Oeffnung des vorigen genau und luftdicht eingeſchliffen iſt, und in eine engere

 etwas

*) Philoſoph. tranſact. Vol. LXV. P. I. n. 4. p. 59.

etwas krummgebogene Röhre ausläuft, die faſt bis zur Mitte des mittleren Gefäßes herabſteiget. Die Mündung des obern iſt mit einem kegelförmigen eingeriebenen Glasſtöpſel geſchloſſen.

In das unterſte Gefäß dieſer Geräthſchaft wird geſtoßener Marmor, Kreide, Kalkſtein u. dergl. geſchüttet, und darüber verdünntes Vitriolöl gegoſſen; das mittlere Gefäß wird mit Waſſer voll angefüllt, und alsdann alles gehörig zuſammengeſetzet. Das in dem untern Gefäß ſich entwickelnde kohlenſaure Gas geht nun durch das Ventil in B über, und erhebt ſich in den obern Theil dieſes Gefäßes über die Waſſerfläche. Es treibt daher die Elaſticität dieſes Gas einen Theil Waſſer aus dem Gefäße B durch die gebogene Röhre in das Gefäß A. Der in B zurückbleibende Theil Waſſer iſt nun mit dem Gas in Berührung, welches auch beſtändig durch daſſelbe hindurch gehet. Das Waſſer wird dadurch nach und nach mit dem Gas imprägniret, und kann durch die Oeffnung b abgelaſſen werden, in welchem Falle das nach A getriebene Waſſer ſich wieder in das Gefäß B herabbegibt. Die Anſchwängerung des Waſſers mit dem Gas wird durch Schütteln des ganzen Apparats befördert, indem dadurch das Waſſer in einer größern Fläche vom Gas berühret wird. Selbſt der Druck des ins Gefäß A getretenen Waſſers beſchleuniget dieſe Operation. So oft das imprägnirte Waſſer durch b abgelaſſen wird, wird eben ſo viel friſches Waſſer in A wieder zugeſchüttet. Die Oeffnung a des untern Gefäßes dienet, um friſche Materialien hineinzubringen, oder dieſelben im nöthigen Falle während der Operation umzurühren. Das Gefäß C kann etwa 3 bis 5 Pfund, das mittlere B etwas über 5 Pfund Waſſer halten. Durch Anſchwängerung des Waſſers mit kohlenſaurem Gas erhält es die Natur der Sauerbrunnen.

Durch dieſe Geräthſchaft kann man auch andere Flüſſigkeiten mit kohlenſaurem Gas, oder auch Waſſer mit andern

dern Gasarten, welche zu ihrer Entbindung keinen großen Grad von Wärme verlangen, anſchwängern.

Andere Vorrichtungen zu dergleichen Operationen haben nachher **Bergmann** [α]), **Magellan** [β]), **Withering** [γ]) und **Baader** [δ]) angegeben. Die Geräthſchaften von **Withering** und **Baader** verdienen vor den übrigen etwas näher angeführt zu werden, beſonders da erſtere vorzüglich nicht koſtbar iſt, und viel Waſſer ſo ſtark als möglich ohne viele Umſtände anſchwängert, und ſelbiges ungeſchwächt erhält, wenn etwa des Jahres ein Mahl die Fugen und Hähne mit ungeſalzenem Fette verſchmieret werden.

Der Apparat von **Withering** beſteht (fig. 133.) aus zwey gläſernen Gefäßen A und B, wovon das erſtere bis an den Hals 10 Zoll hoch, und 6½ Zoll im Durchmeſſer, das zweyte am koniſchen Theile 12 Zoll hoch, oben am Halſe 1½ Zoll und am Boden 5 Zoll weit iſt. Durch den Stöpſel des Gefäßes B geht ein kupfernes Rohr a, welches an die biegſame Röhre d befeſtiget iſt. Dieſe Röhre iſt von Leder, luftdicht und durch einen gewundenen durchgehenden Draht beſtändig offen. Auch enthält ihr anderes Ende ein kupfernes Rohr g, welches koniſch zuläuft und mit einem Hahn verſehen iſt. Dieſes paßt in die Oeffnung des Rohres h mit dem Hahne i, welcher dazu dienet, die Luft abzuhalten, wenn g aus h herausgenommen wird. Das Rohr h enthält zur Seite zwey Schweinsblaſen l, l, und unter ſelbigen noch einen Hahn k, um das Eindrigen des Waſſers in dieſe Blaſen zu verhüten, wenn das Gefäß A geſchüttelt werden muß. Eine andere Blaſe c iſt an einer in ein Knie gebogenen und mit einem Hahne b verſehenen

 Rohre

α) De aquis medicatis frigidis arte parandis; in ſein. opuſ. phyſ. chem. Vol. I. p. 185 ſq.

β) Beſchreibung eines Glasgeräths, vermittelſt deſſen man mineraliſche Waſſer in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann. A. d. Engl. von Wenzel. Dresd. 1780. 8.

γ) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. V. St. 1. S. 104 f.

δ) Beſchreibung verſchiedener Maſchinen zur Anſchwängerung des Waſſers mit Luftſäure; in Grens Journ. der Phyſ. B. III. S. 3 u. f.

Rohre feſt gemacht. Dieſer Hahn wird gebrauchet, die Verbindung der Blaſe c mit dem Gefäße B, in welches die Röhre hineingehet, nach Belieben aufzuheben. Auch geht in das Gefäß B ein gläſerner Trichter e mit einem eingeſchliffenen Glasſtöpſel f. Auch befindet ſich noch eine Oeffnung m in dem Gefäße A, welche mit einem Glasſtöpſel oder mit einem ſilbernen Hahne verſchloſſen iſt, um das angeſchwängerte Waſſer abzulaſſen. Mit dem kupfernen Rohre h iſt endlich noch die kupferne Röhre n verbunden, welche faſt bis zum Boden des Gefäßes A hinabgehet.

Beym Gebrauche dieſes Apparates wird das Gefäß A ganz mit Waſſer angefüllt; in B aber bringt man gröblich geſtoßenen Marmor oder Kreide, daß der Boden ungefähr zwey Zoll hoch bedecket iſt, und gießt hierauf ſo viel Waſſer etwa in derjenigen Höhe, als die punktirte Linie anzeiget, hinzu. Der Hals des Gefäßes A wird mit einem Kork verſchloſſen, durch ſelbigen die Röhre n geſteckt, und über den Kork fließendes Siegellack oder Wachs gegoſſen, um allen Zugang der äußern Luft abzuhalten. In den Hals des Gefäßes B wird ein Stück Mahagonyholz eingepaßt, welches zuerſt koniſch abgedrehet, und etwas ſtärker gelaſſen worden, als es die Weite des Halſes erfordert; dieſes Stück Holz wird in geſchmolzenes Wachs gethan und ſolches heiß gemacht, bis das Holz ſchwarz zu werden anfängt; iſt es wieder kalt geworden, ſo wird es nun genau nach der Weite des Halſes abgedrehet. Die Röhren b, a, e gehen durch dieſen hölzernen Stöpſel, in welchem ſie luftdicht eingeſetzet ſind.

Aus der Blaſe c wird hierauf alle Luft ausgepreßt, die Hähne b und k werden verſchloſſen, g und i geöffnet, die Luft aus den Blaſen l, l gedrückt und g in h luftdicht geſteckt. Hiernächſt gießt man einen Löffel Vitriolöl durch den gläſernen Trichter e in das Gefäß B, welcher ſodann gleich verſchloſſen wird. Die in dem Gefäße B entwickelte Luft geht durch die Röhre d in die beiden Blaſen l, l, und treibt ſie auf. Hierauf wird der Hahn k geöffnet, und

durch die Oeffnung m ungefähr der vierte Theil des im Gefäße A enthaltenen Waſſers abgelaſſen; der dadurch im Gefäße A leer gewordene Theil füllt ſich nun mit der entwickelten Luft, welche vom Waſſer verſchluckt, aber aus den Blaſen immer wieder erſetzet wird, indem ſich in B immer neue entwickelt. Wenn die Blaſen zuſammenfallen, ſo muß mehr Vitriolöl zugegoſſen werden. Will man die Anſchwängerung durch eine ſchnelle Operation bewerkſtelligen, ſo werden die Hähne bey g und i verſchloſſen und b geöffnet; hierauf ſondert man g und h und ſchüttelt das Gefäß A. Während dieſer Zeit geht das in B entwickelte Gas iu die Blaſe c, aus welcher es wieder in die Blaſen l, l geleitet werden kann, wenn der Apparat wie zuvor zuſammengeſetzet wird. So lange das Gefäß A geſchüttelt wird, muß k verſchloſſen bleiben, und erſt wieder geöffnet werden, wenn neue Luft aus l, l hinzukommen ſoll. Uebrigens muß, wenn dieſe Operation gut von Statten gehen ſoll, die Wärme des Zimmers nicht über 44 Grad nach Fahrenheit gehen.

Durch dergleichen künſtliche Anſchwängerungen iſt es aber nicht leicht, den Grad der Sättigung zu erreichen, welcher bey einigen natürlichen Sauerwaſſern Statt findet, theils weil in verſchloſſenen Gefäßen durch das Verſchlucken des luftſauren Gas eine Leere entſteht, welche der Wiederentbindung des verſchluckten Gas günſtig iſt, und theils, weil die dazu nöthige Bewegung fehlet. Aus dieſen Gründen hat Herr D. **Baader** drey Einrichtungen angegeben; wobey dieſe Fehler vermieden werden.

Bey der erſten dieſer Maſchinen wird ein luftdichter Blaſebalg mit kohlenſaurem Gas angefüllt, und ſelbiges durch das zinnerne Rohr des Blaſebalges in einen mit Waſſer gefüllten gläſernen Cylinder getrieben. Dieſer Cylinder iſt ebenfalls, wie der Cylinder einer Elektriſirmaſchine gefaßt, ſo daß man ihn mittelſt einer Kurbel in ſchnellen Umlauf bringen kann. Durch die Mitte deſſelben geht eine zinnerne Schweidewand mit vielen Löchern, durch welche

bey der Umdrehung das Waſſer durchgetrieben, und mit dem eingelaſſenen Gas ſtark durch einander geſchüttelt wird.

Die zweyte Maſchine ſtellt die fig. 134. vor. Das gläſerne Gefäß A hat oben drey Oeffnungen c, a, b, ſo wie auch unten eben ſo viele d, e, f. Durch die Oeffnung a wird es mit Waſſer gefüllt, das nachher nöthigen Falls durch e wieder abgelaſſen werden kann. Die beiden cylindriſchen Blaſebälge C und D ſind mit dem gläſernen Gefäße A durch kleine zinnerne Röhren vermöge der Oeffnungen c und b, und durch zwey längere m, m und n n vermöge der untern Oeffnungen d und f in Gemeinſchaft. Die beiden kleinen Röhren haben bey ihrer Mündung in dem Blaſebalge Ventile, welche ſich nach innen in den Blaſebalg öffnen. Auch bey d und f befinden ſich zwey Ventile, welche ſich nach den Mündungen des gläſernen Gefäßes A öffnen, in welchen zwey mit Haarröhrchen durchborte Stöpſel ſ, ſ ſtecken, welche den in der parkerſchen Maſchine ähnlich ſind.

Die kleine kupferne Röhre k hat eine Verbindung mit dem Blaſebalge D, und beſitzet zugleich einen Hahn. Auch iſt an dieſer Röhre das biegſame lederne Rohr o o befeſtiget, welches am Ende l ein Stück Kork enthält, das in die Oeffnung der Entbindungsflaſche B geſteckt und eingeklebet wird. Die Entbindungsflaſche B beſitzet noch eine andere Oeffnung in dem horizontalen Halſe h, in welchem der Hals einer Retorte G, die die Vitriolſäure enthält, eingeſchmirgelt iſt. Durch dieſe Einrichtung kann man nach Gefallen von Zeit zu Zeit, ſo viel Vitriolſäure, als nöthig iſt, in die Entbindungsflaſche gießen, ohne das luftſaure Gas heraus- oder atmoſphäriſche Luft hinein zu laſſen, indem man nur die Retorte umzudrehen brauchet.

Das gläſerne Gefäß A wird bis auf einige Finger breit unter ſeiner obern Oeffnung mit Waſſer angefüllt, und bey a offen gelaſſen. Die beiden Blaſebälge C und D werden dicht zuſammengedrückt, und hiernächſt wird eine Vermiſchung der Kalkerde mit der Säure in B vorgenommen, während der Hahn k offen iſt. Dieſes Gas tritt in den

Blaſe-

Blaſebalg D, nach deſſen Füllung man den Hahn k wieder verſchließt, und es durch gelindes Zuſammendrücken des Balges durch die Röhre mm in das Waſſer preßt. Dasjenige, welches ſich nicht mit dem Waſſer verbindet, treibt die atmoſphäriſche Luft über der Waſſerfläche heraus. Nun verſchließt man die Oeffnung a, mithin geht alsdann das luftſaure Gas, das ſich nicht mit dem Waſſer verbindet, durch die Seitenröhre c in den Blaſebalg C, und füllt dieſen an. Durch gelindes Zuſammenpreſſen wird auch dieß genöthiget, durch die Röhre nn in das Gefäß A zu gehen u. ſ. f. Das hinlänglich angeſchwängerte Waſſer wird durch e abgelaſſen, während a offen iſt.

Die dritte Maſchine des Herrn **Baader** iſt zur Anſchwängerung des Waſſers im Großen beſtimmt; es wird daher ſtatt des Glasgefäßes ein großes, dichtes, hölzernes Faß angewendet; auch das Entbindungsgefäß iſt von hinlänglich ſtarkem Holze. Die Blaſebälge haben nicht die cylindriſche, ſondern die insgemein gewöhnliche Geſtalt. Die übrige Einrichtung iſt eben ſo wie bey der zweyten Maſchine.

Noch zeigt Herr **Wilke** *), wie man ſtatt des Schüttelns die Luftſäure mit dem Waſſer durch einen Wirbel in größere Verbindung bringen könne.

M. ſ. **Tiber. Cavallo** Abhandlung über die Eigenſchaft der Luft und der übrigen beſtändig elaſtiſchen Materien. A. d. Engl. Leipz. 1782. 8.

Paſſageinſtrument ſ. **Culmination.**

Paſſatwinde, Muſſons (venti anniuerſarii, mouſſons) heißen diejenigen Winde, welche eine Zeit des Jahres hindurch nach einer gewiſſen Richtung, die andere Zeit nach der gerade entgegengeſetzten Richtung wehen. Dergleichen Winde finden ſich häufig beſonders auf dem oſtindiſchen, chineſiſchen und andern eingeſchränkten Meeren zwiſchen den Wendekreiſen.

*) Neue Weiſen, Waſſer mit Luftſäure zu ſättigen; aus den neuen ſchwediſch. Abhandlung. B. III. S. 169 f. überſ. in Crells chemiſchen Annalen 1785. B. I. S. 169 ff.

Dieſe Winde ſind öſtlich, und nehmen ihre Richtung nach Süden; ſehr oft kommen ſie von der Südſeite, und machen den Oſt-ſüd-oſtwind, und von der Nordſeite, da ſie dann den Oſt-nord-oſtwind darſtellen. Die Südwinde indeſſen erſtrecken ſich oft bis jenſeits der Linie. Dieſe Winde ſind auf dem großen Südmeere ſehr regelmäßig, und ſie wehen bis an die afrikaniſche Küſte hin, von der Seite von Madagaſcar; allein vom indiſchen Archipel bis an dieſelben Küſten von Afrika, nordſeits der Linie, verändern ſie ſich alle 6 Monathe.

Nachrichten von den Paſſatwinden findet man aus den Berichten der Oſtindienfahrer und der ältern Geographen, geſammelt beym **Halley** [α]) und **Muſſchenbroek** [β]), welcher ſie motiones nennt. Von den Paſſatwinden des indiſchen Meeres handelt am vollſtändigſten eine Schrift vom Kapitain **Forreſt** [γ]).

Die Urſachen von den regelmäßigen Winden hat **Halley** vorzüglich in den verſchiedenen Stellungen der Sonne nach den Jahreszeiten geſuchet, dabey aber auch zugleich auf die Beſchaffenheit des Bodens, auf die Lage der Gebirge u. dergl. Rückſicht genommen. Nach ihm wird durch die Erwärmung der Luft in Arabien, Perſien und Indien vom Aprill bis zum September ein Wind verurſachet, der dem allgemein in dieſen Gegenden herrſchenden Nordoſt entgegengeſetzet iſt, mithin ein Südweſtwind; dagegen der Nordoſt im Winter durch die Kälte der mit Schnee bedeckten Gebirge noch mehr verſtärket wird. Allein die von **Halley** angeführten Urſachen von der Entſtehung der Paſſatwinde ſcheinen noch nicht hinreichend zu ſeyn, da dergleichen in andern Meeren unter gleicher Breite von eben denſelben Urſachen nicht entſtehen.

Herr

α) An hiſtorical account of the trade-winds and monſoons obſervable in the ſeas between and near the tropiks; in den Philoſoph. transact. n, 188. p. 153.

β) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2570 ſqq.

γ) A treatiſe on the monſoons in Eaſt-India. Lond 1784. 8.

Herr Zube *) leitet die Entſtehung der Paſſatwinde, welche auf dem Meerbuſen zwiſchen Arabien, Perſien und Malabar herrſchen, wie auch die auf dem Meerbuſen von Bengalen, welche die bekannteſten ſind, von den weit ausgedehnten, hohen und bergigen Ländern, welche beide Meerbuſen gegen Norden umgeben, her. Dieſe werden nämlich im Winter viel ſtärker erkältet, als die angrenzenden Meere, und daher fließt die Luft von ihnen oft mit Ungeſtüm gegen die Linie, mehrentheils nordöſtlich wegen der Drehung der Erde, zuweilen aber auch ganz nördlich, wenn etwa über dem Lande Weſtwinde herrſchen. Im Sommer wird dagegen in jenen Ländern die Hitze zuletzt unerträglich; der Nordoſtwind hört daher zuletzt völlig auf, und die Luft fängt an von der Linie gegen Norden zu fließen. Dieſe hat wegen der Drehung der Erde eine immer mehr weſtliche Richtung, je weiter ſie über dem Meere fortgehet, und ſie führt, weil alsdann die Regenzeit diſſeits der Linie iſt, ſchwere Gewölke mit ſich, die ſie gegen die Küſte von Malabar treibt, wo ſie ſich an das hohe Gebirge Gate hängen, und in die heftigſten Platzregen ergießen.

Ueber der Küſte von Koromandel iſt indeſſen während des Sommers die in den Gebirgen von Dünſten gereinigte weſtliche Luft heiter. Während des Winters aber wird die Luft von Nordoſten her gegen dieſelben Gebirge getrieben, und es bilden ſich daſelbſt in ihr durch die Kälte, in den kälteſten Monathen, dem November, December und Januar an der weſtlichen Seite eine Menge ſchwerer Gewölke, welche nachher mit Weſtwinden heraufkommen, und auf der Küſte Regen und Ungewitter veranlaſſen. Indeſſen iſt der Himmel in Malabar heiter. Dieſer Unterſchied ſo naher Länder rührt eben von dem Gebirge Gate her, welches beide von einander ſondert. Im Anfange des Winters erkalten die hohen gatiſchen Gebirge viel ſtärker und ſchneller als die tiefen Gegenden und das Meer, die Luft an ihnen wird daher

*) Ueber die Ausdünſtung. Kap. 61. S. 352 u. f. und vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. 35 Brief. S. 270 f.

her ſchwer, und bewegt ſich unten an der Erde gegen das Meer zu. Auf dieſe Weiſe entſtehet der Weſtwind in Koromandel vom November bis Januar, und weil die wärmere nach den Bergen zu fließende Luft ſich über dem Lande erheben muß, und dadurch erkältet wird, ſo ſchlagen ſich aus ihr die Dünſte nieder, und verurſachen ſtarke und anhaltende Regen.

Nach **de la Metherie** *) iſt es vorzüglich die Sonne, welche macht, daß der Luftſtrom eher von der Seite von Afrika, als von dem Meere, das jenſeits Indien iſt, herkömmt; denn in derſelben Zeit, da die Sonne in unſerm Geſichtskreiſe iſt, erwärmt ſie auf eine außerordentliche Art den ganzen Theil von Afrika, der diſſeit des Aequators liegt, Aethiopien, Abyſſinien, Aegypten u. ſ. f. und muß demnach die Nordweſtwinde hervorbringen; denn die Luft iſt daſelbſt weit dünner, als die, welche über dem indiſchen Meere iſt; ſie muß daher von dieſer Seite entweichen, ſo wie ſie über dem atlantiſchen Meere von der Seite des Cap Vert und des Cap des Canaries ihre Stelle verläßt, welcher Umſtand Gelegenheit gibt, daß der Oſtwind mehrere Stärke erhält; zu derſelben Zeit treibt ſie die Dünſte des rothen Meeres, des perſiſchen Meerbuſens und ſelbſt einen Theil der Dünſte des mittelländiſchen Meeres gegen die Gebirgskette an den Küſten, beſonders bey Malabar, und dadurch entſtehen ſtarke und anhaltende Regengüſſe. Dieſe Regen kühlen die Luft ab, und verdichten ſie noch ſtärker, ſo daß der Strom um ſo mehr genöthiget wird; ſeine Richtung nach Weſten zu nehmen. Die Gipfel der abyſſiniſchen Berge, welche mehr nach Oſten als nach Weſten gekehret ſind, tragen auch etwas zur Richtung des Laufs der Hundstagswinde bey, und dieſe verſchiedenen Urſachen ſind es, welche den Weſtmouſſon auf dem indiſchen Meere zu der Zeit, wenn wir Sommer haben, hervorbringen. Im Winter finden dieſe Urſachen nicht Statt, der Oſtmouſſon oder der ordentliche Wind erhält daher ſeine gewöhnliche Rich-

*) Theorie der Erde. A. d. Franz. B. I. Leipz. 1797. S. 197.

Richtung wieder, und führt die Regenzelt nach Koromandel hin, weil die Dünſte des indianiſchen Meeres verdichtet und nach der öſtlichen Kette des Gebirges Gate getrieben werden.

Pendel, Pendul (pendulum, funependulum, pendule) heißt ein jeder ſchwerer Körper, welcher entweder mittelſt eines Fadens oder ſonſt etwas an einem Orte aufgehänget worden, ſo daß er ſich um die Stelle frey drehen kann. Die Stelle, um welche ſich das Pendel drehet, wird auch der **Aufhängungspunkt** (centrum ſ. punctum ſuſpenſionis) genannt.

Es iſt für ſich klar, daß das Pendel nicht anders ruhen kann, als wenn der Aufhängungspunkt mit dem Schwerpunkt des Pendels in einerley vertikalen Linie liegt. M. ſ. **Schwerpunkt.** Wird hingegen das Pendel in die geneigte Lage (fig. 135.) ab gebracht, und ſich ſelbſt überlaſſen, ohne ihm im geringſten einen Stoß zu geben, ſo beweget es ſich in einem Kreisbogen nach der vertikalen Richtung ac zu; hat es dieſe in ſeiner Bewegung erreicht, ſo hat es nun eine Geſchwindigkeit erhalten, welche ein Körper erhalten haben würde, wenn er von der Stelle an, da das Pendel herabfiel, frey auf die Horizontallinie, welche durch den unterſten Punkt des Kreisbogens gezogen werden kann, herabgefallen wäre. M. ſ. **Fall der Körper.** Mithin muß es nun auf der andern Seite in dem Kreisbogen cd eben ſo hoch ſteigen, als es von b nach c herabgefallen war. Iſt es in der Stelle d angelangt, ſo befindet es ſich unter eben den Umſtänden wie in b, und muß folglich den Bogen db wieder zurück durchlaufen, und auf dieſe Weiſe ſich beſtändig hin und her bewegen. Dieſe ſo beſtändig abwechſelnde Bewegung nennt man eine **Schwingungsbewegung** oder **Vibration** (vibratio, oſcillatio) des Pendels.

Man kann ſich vorſtellen, der Körper c ſey bloß ein einziger ſchwerer Punkt, die Linie ac aber eine nicht biegſame, nicht ſchwere Linie. Der ſchwere Punkt würde alsdann eben den Geſetzen der Schwere, wie andere Körper, unterworfen ſeyn, und würde folglich ebenfalls die ſchwin-

gende

gende Bewegung beſitzen. Ein ſolches ſich vorgeſtelltes Pendel heißt ein **einfaches** oder **mathematiſches Pendel** (pendulum ſimplex); iſt aber c ein wirklicher Körper, welcher Materie, mithin viele ſchwere Punkte beſitzet, ſo heißt das Pendel ein **zuſammengeſetztes Pendel** (pendulum compoſitum). Es gibt aber in einem jeden zuſammengeſetzten Pendel einen Punkt, in welchem die ganze Maſſe desſelben vereint nach eben den Geſetzen ſchwingen würde, nach welchen ſie im zuſammengeſetzten Pendel ſelbſt ſchwingt. M. ſ. **Mittelpunkt des Schwunges**. Man kann daher ein jedes zuſammengeſetztes Pendel als ein einfaches anſehen, deſſen Länge vom Aufhängungspunkte bis zum Mittelpunkte des Schwunges reicht, wodurch die ganze Theorie auf die Betrachtung einfacher Pendel zurückgeführet wird.

Es ſey (fig. 136.) ac ein einfaches Pendel. Wird dieß nun in die Lage ab gebracht, ſo wird es ſich von ſelbſt in eine ſchwingende Bewegung verſetzen. In dieſer Lage wirkt nämlich die Schwere nach der lothrechten Richtung bf, der Faden ab aber widerſtehet dieſer Richtung. Man verlängere ab nach e, ſetze gb auf ab ſenkrecht, ziehe gf mit be und ef mit bg parallel, ſo wirkt nun die Schwere des Pendels ſo, als wenn ſie aus den beiden Kräften bg und be zuſammengeſetzet wäre. Weil nun der einen Kraft nach der Richtung be von dem Faden vollkommen widerſtanden wird, ſo kann nur die andere Kraft nach der Richtung bg wirkſam ſeyn, und Bewegung verurſachen. Da aber der Faden in jedem Augenblicke der Bewegung des Pendels widerſtehet, ſo wird ſelbiger von der Richtung bg beſtändig abgelenkt, und muß daher einen Kreisbogen beſchreiben. Iſt nun das fallende Pendel in ſeiner Bewegung in h angelangt, ſo wird alsdann die Schwere noch nach der vertikalen Richtung hk eben ſo ſtark, wie in b wirken, aber die Kraft nach der Richtung hi wird kleiner werden als bg war, und dieſe muß immer kleiner werden, je näher ſie dem Punkte c in der vertikalen Richtung ac kömmt,

kömmt, wo ſie ganz verſchwindet. Es iſt folglich die Kraft nach der Richtung bg veränderlich, und verſchwindet ganz, wenn das Pendel in c angelangt iſt; in dieſer Stelle wird es nun eine Geſchwindigkeit erlangt haben, als wenn es von p nach c frey herabgefallen wäre; daher ſtrebt es in der horizontalen Richtung mit dieſer Geſchwindigkeit fortzugehen, da ihm aber der Faden widerſtehet, ſo muß es ſich wiederum in einen Kreisbogen bewegen, und bis d eben ſo hoch ſteigen, als es von b nach c herabgefallen war. Man ſetze, es ſey in dieſer aufſteigenden Bewegung in q angelangt, ſo wird nun die Kraft nach der Richtung qt der Bewegung des Pendels entgegen wirken, und wird immer größer werden müſſen, je näher das Pendel der Stelle d kömmt; in dieſer Stelle aber wird ſie am größten ſeyn, ſo daß das Pendel ſeine Geſchwindigkeit, welche es von b nach c durch den Fall erlangt, ganz verloren hat, weil es nicht höher ſteigen kann, als es von b nach c herabgefallen iſt.

Die Zeit des Schwunges hängt von drey Umſtänden ab, 1) von der Größe des Elongationswinkels, 2) von der Länge des Pendels, und 3) von der beſchleunigenden Kraft der Schwere.

Wenn an ein und dem nämlichen Orte zwey einfache Pendel verſchiedene Längen beſitzen, ſo **verhalten ſich bey gleichem Elongationswinkel die Schwingungszeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel,** oder **die Längen der Pendel verhalten ſich wie die Quadrate der Schwingungszeiten.** Wären nämlich die Längen der beiden einfachen Pendel (fig. 135.) ab und af, und die gleichen Elongationswinkel bac und fai. Würden nun dieſe beiden Pendel zu gleicher Zeit in eine Schwingungsbewegung verſetzet, ſo durchläuft das Pendel b den Weg bc, und das andere den Weg fi. Da nun hierdurch die Pendeln eine Geſchwindigkeit erlangt haben, welche ein ſchwerer Körper erhalten haben würde, wenn er von den ſenkrechten Höhen ec und hi frey herabgefallen, oder die ſchiefen krummen Linien bc und fi herabgeſun-

abgeſunken wäre; in dieſem Falle aber die Wege ſich wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten verhalten; ſo werden ſich auch die Bogen bc und fi wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten verhalten müſſen. Setzt man alſo die dazu gehörigen Schwingungszeiten T und t, ſo hat man $bc:fi = T^2:t^2$. Nach geometriſchen Gründen iſt ferner $bc:fi = ab:af$, folglich auch $ab:af = T^2:t^2$, und daher $\sqrt{ab}:\sqrt{af} = T:t$. Demnach wird in einer doppelten Zeit ein vierfacher, in einer dreyfachen Zeit ein neunfacher, und in einer vierfachen Zeit ein ſechszehnfacher Weg beſchrieben werden. Nun iſt aber der Weg bc vier Mahl ſo groß, als der Weg fi, wenn die Länge ab vier Mahl ſo groß als af, der Weg bc neun Mahl ſo groß als fi, wenn die Länge ab neun Mahl ſo groß als af, und der Weg bc ſechszehn Mahl ſo groß als fi, wenn die Länge ab ſechszehn Mahl ſo groß als af iſt; daher wird im erſten Falle der Schwung doppelt ſo lange, im andern drey Mahl ſo lange, und im dritten vier Mahl ſo lange dauern, als bey der Länge af.

Iſt die Länge ab des einfachen Pendels neun Mahl länger, als die Länge af des einfachen Pendels f, ſo iſt die Zeitdauer des Schwunges von b nach c drey Mahl ſo groß, als die des Schwunges von f nach i. Je kleiner alſo die Zeit iſt, deſto größer wird die Anzahl der Schwingungen ſeyn. Demnach verhalten ſich die Anzahl der Schwingungen umgekehrt wie die Zeiten. Setzt man die Anzahl der Schwingungen N, n, ſo hat man $N:n = t:T$. Nun verhalten ſich aber die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln der Längen der einfachen Pendeln, folglich verhalten ſich auch die Anzahlen der Schwingungen umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Längen der Pendeln. Weil alſo $T:t = \sqrt{ab}:\sqrt{af}$, ſo hat man auch $N:n = \sqrt{af}:\sqrt{ab}$.

Wenn die Schwingungsbewegung eines einfachen Pendels unter den verſchiedenen Elongationswinkeln eac und bac (fig. 137.) erfolget, und es werden aus den Punkten e und b die Linien ei und bh ſenkrecht auf die vertikale

Linie

Linie ac gezogen, ſo wird der ſchwere Punkt e durch den Fall ec eben die Geſchwindigkeit erhalten haben, als durch den freyen Fall aus i nach c; eben ſo wird auch der ſchwere Punkt b durch den Fall bc die Geſchwindigkeit erlangt haben, als durch den freyen Fall von h nach c. Nun verhält ſich die Geſchwindigkeit von i nach c zu der Geſchwindigkeit des Falles von d nach c $= \sqrt{ic} : \sqrt{dc}$, und die Geſchwindigkeit des Falles von h nach c zu der von d nach c $= \sqrt{hc} : \sqrt{dc}$. Weiter hat man $ch : cb = cb : cd$ und $ci : ce = ce : cd$, folglich $\sqrt{ch} = \frac{cb}{\sqrt{cd}}$ und $\sqrt{ci} = \frac{ce}{\sqrt{cd}}$, folglich iſt auch $\sqrt{ic} : \sqrt{hc} = ce : cb$, d. h. **die Geſchwindigkeiten, welche das einfache Pendel,** wenn die Schwingungsbewegungen unter verſchiedenen Elongationswinkeln erfolgen, **an der unterſten Stelle erhalten hat, verhalten ſich wie die Sehnen ce und cb.**

Um die Zeit zu beſtimmen, während deſſen das einfache Pendel den einfachen Schwung macht, muß man vorher erſt unterſuchen, wie groß die Zeit iſt, binnen welcher ein ſchwerer Bogen dieſen Schwingungsbogen durchläuft. Unter dem Artikel, **Fall der Körper** (Th. II. S. 329.) iſt bereits angeführet worden, daß ein ſolcher Körper durch einen Bogen des Kreiſes vom Durchmeſſer δ in einer Zeit frey herabfalle, welche durch ein Produkt einer daſelbſt angegebenen unendlichen Reihe in $\frac{1}{4}\pi \sqrt{\frac{\delta}{g}}$ ausgedrücket wird; daß ſich aber dieſe unendliche Reihe für einen unendlich kleinen Bogen in Eins verwandele, mithin dieſe Zeit des Falles $= \frac{1}{4}\pi \sqrt{\frac{\delta}{g}}$ werde, und ſich zur Zeit des freyen Falles durch den lothrechten Durchmeſſer δ wie $\frac{1}{4}\pi : 1$ verhalte.

Man ſetze alſo die Länge des Pendels (fig. 135.) $ac = \beta$, ſo gehöret der Bogen bc einem Kreiſe zu, deſſen Halbmeſſer $= \beta$, folglich deſſen Durchmeſſer $= 2\beta$ iſt. Schwingt daher dieſes Pendel in unendlich kleinen Bogen hin und her, ſo

ſo wird die Zeitdauer ſeines Falles durch den Bogen bc ſich zur Zeit des freyen Falles durch 2β verhalten wie $\frac{1}{4}\pi : 1$. Da nun ein ganzer Schwung aus vier ſolchen Bogen bc, cd, dc, cb beſteht, **ſo verhält ſich auch die Zeitdauer eines unendlich kleinen ganzen Schwunges zur Zeitdauer des freyen Falles durch die gedoppelte Länge des Pendels wie $\pi : 1$ oder wie die Peripherie zum Durchmeſſer.**

Wären hingegen die Bogen (fig. 135.) bc und cd von merklicher Größe, ſo iſt auch die Zeitdauer des Schwunges größer, und zwar deſto mehr, je größer die Bogen ſind. Denn die unendliche Reihe

$$1 + \frac{1}{4}\cdot\frac{pc}{\delta} + \frac{9}{64}\cdot\frac{pc^2}{\delta^2} - (\text{wo } \delta = 2\beta),$$

durch deren Summe die Dauer des unendlich kleinen Schwunges noch zu multipliciren iſt, wird deſto größer, je mehr pc oder der Querſinus des Bogens bc wächſt. Wäre der Bogen bc = 1 Grad, wovon der Querſinus für den ganzen Sinus = 1, nach den Tafeln = 0,0001523 iſt, ſo würde die Summe dieſer Reihe = 1,0000191, mithin der Schwung faſt um $\frac{1}{50000}$ ſeiner Dauer länger ſeyn. Für bc = 2 Grad: würde die Differenz beynahe $\frac{4}{50000}$ für 5° faſt $\frac{1}{2000}$ der ganzen Dauer des Schwunges betragen. Hieraus ſieht man, daß dieſe Unterſchiede ſehr klein bleiben, wenn die Pendel in ſehr kleinen Bogen ſchwingen; daher man auch den Satz, den die höhere Mechanik erweiſet, auf ſehr kleine Bogen anwenden kann, ob er gleich in völliger Strenge nur bey unendlich kleinen Bogen Statt findet.

Will man Schwünge, ſo groß oder ſo klein ſie auch ſeyn mögen, von gleicher Dauer haben, ſo muß das Pendel nicht im Kreisbogen, ſondern in der Cykloide oder in der Radlinie ſchwingen. Wird nämlich eine ſolche Cykloide durch das Hinrollen eines Kreiſes vom Durchmeſſer = δ (oder 2β) beſchrieben, ſo fällt ein ſchwerer Körper durch einen jeden ihrer Bogen in gleicher Zeit, welche gleich iſt

$$\tfrac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{4}\delta}{g}} = \tfrac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$$ (M. ſ. Th. II. S. 330.);

demnach verhalten ſich auch hier die ganzen Schwünge zur Dauer des freyen Falles wie $\pi : 1$. Hieraus folgt das allgemeine Geſetz: **die Schwünge in der Cykloide, ſo groß auch die Bogen ſeyn mögen, dauern alle Mahl eben ſo lange, als unendlich kleine Schwünge eines Pendels, deſſen Länge β der doppelte Durchmeſſer des Kreiſes wäre, welcher durch ſein Hinrollen die Cykloide beſchreibet.**

Es kömmt auch dieß wirklich mit der Natur der Cykloide völlig überein. Denn nach der höhern Geometrie iſt der Halbmeſſer der Krümmung an der unterſten Stelle des Pendels, das in der Cykloide ſchwingt, dem doppelten Durchmeſſer des beſchreibenden Kreiſes gleich *). Daher iſt auch der unendlich kleine Kreisbogen, in welchem das Pendel ſchwingt zugleich ein Element von der Cykloide, welche der Kreis vom Durchmeſſer β erzeugen würde; und weil bey der Cykloide der Fall durch alle Bogen gleich lange dauert, ſo muß er eben ſo lange dauern durch das Element oder durch den unendlich kleinen Kreisbogen, in welchem das Pendel ſchwingt.

Man ſetze die oben angeführte unendliche Reihe Kürze halber $= \Sigma$, und die Länge des Pendels $= \beta$, ſo folgt aus dem vorhergehenden die allgemeine Formel

Dauer des ganzen Schwunges $= \pi \Sigma \sqrt{\frac{2\beta}{g}}$ Sek.

in welcher für unendlich kleine Kreisbogen, und für Bogen in einer Cykloide, deren beſchreibender Kreis einen Durchmeſſer von $\frac{1}{2}\beta$ beſitzet, die unendliche Reihe $\Sigma = 1$ iſt. Uebrigens bleibt Σ alle Mahl von gleicher Größe, ſo lange die Kreisbogen ähnlich ſind, oder gleich viele Grade haben.

Weil es bey der Lehre vom Pendel, wie beym freyen Falle eines ſchweren Körpers, bloß auf Beſchleunigung ankömmt,

*) Meine Anfangsgründe der höhern Geometrie. Jena 1796. 8. §. 336.

kömmt, ſo kann die Menge der Materie, welche das Pendel enthält, in Rückſicht der bisher angeführten Geſetze gar keine Aenderung machen. Es werden daher jederzeit Pendel von gleicher Länge, an ein und eben demſelben Orte in gleichen Zeiten ſchwingen, wenn auch ihre Gewichte ungleich ſind, ſo wie zwey Maſſen von verſchiedenem Gewichte in einerley Zeit von gleicher Höhe in lothrechter Richtung frey herabfallen.

Die erſten Gründe zu der wichtigen Theorie der Pendel legte **Galilei**. Dieſer hatte ſchon in ſeiner frühen Jugend die iſochroniſchen Schwünge bey einerley Pendel mit Verwunderung wahrgenommen, und dabey beobachtet, daß ungleich lange Pendel in gleichen Zeiten Schwingungen machten, deren Anzahl ſich umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Längen verhielten. Dadurch hatte er ein Mittel entdecket, die Höhen der Kirchengewölbe zu meſſen, indem er die ſehr kleinen Schwünge der von ſelbigen herabhangenden Lampen zählte, und mit den gleichzeitigen Schwingungsanzahlen eines Pendels von bekannter Länge verglich. Dieſe Erfahrungen brachte er hernach mit ſeiner Theorie vom freyen Falle der Körper in Verbindung, aus welcher ſie ſich als natürliche Folgen ableiten ließen. Denn Pendel von ungleichen Längen, welche kleine ähnliche Bogen beſchreiben, ſind in der That im Falle zweyer Gewichte, welche auf zwey gleich geneigten ſchiefen Flächen rollen. Nach der Theorie des **Galilei** müßten ſich auf den letztern die Zeiten des Falles wie die Quadratwurzeln der Höhen verhalten; bey den Pendeln verhalten ſich aber die Höhen ähnlicher Bogen, wie die Halbmeſſer, oder wie die Längen der Pendel, woraus folget, daß ſich die Zeiten des Schwunges wie die Quadratwurzeln aus dieſen Längen verhalten. **Galilei** ſahe alſo wohl ein, daß es auch beym Schwingen des Pendels nicht auf die Größe ſeines Gewichtes ankomme, und beſtritt den Grundſatz der Scholaſtiker, daß das Gewicht auf die Beſchleunigung wirke, unter andern durch den Verſuch

ſuch mit Pendeln, welche kleine ſchnellere Schwingungen machten, ob ſie gleich mit mehr Gewicht beſchweret wurden.

Durch **Huygens** erhielt die Lehre vom Pendel ſehr große Erweiterungen, welcher ihre Anwendung auf Uhrwerke vom Jahre 1656 an zum Hauptgeſchäft ſeiner Unterſuchungen machte. Zu gleicher Zeit beſchäftigte er ſich auch mit Auflöſung einiger Aufgaben über die Cykloide, welche Paskal vorgeleget hatte, und fand die beiden merkwürdigen Eigenſchaften dieſer Curve, daß ſie durch ihre Abwickelung wieder entſtehet, und daß Schwünge durch große und kleine Bogen in ihr von gleicher Zeitdauer ſind. Endlich fing er auch wieder die Theorie vom Mittelpunkte des Schwunges zu unterſuchen an, wozu ihn bereits der P. **Merſenne** in ſeinen jüngern Jahren aufgefordert hatte, und er war ſo glücklich, auch dieſe richtig zu entwickeln. Daraus entſtand alsdann ſeine Theorie und Anwendung der Pendel, welche er nach einiger Zeit bekannt machte *).

Die Lehre des Pendels wird von **Newton** [β]) in der größten Allgemeinheit abgehandelt, wobey er eine Schwere vorausſetzet, welche nicht nach Parallellinien, ſondern nach einem feſten Punkte wirket. Hiernach findet er, daß alsdann die tavtochroniſche Linie eine Epicykloide ſey. **Euler** hat die Lehre vom Pendel in dem zweyten Buche ſeiner Mechanik analytiſch vorgetragen.

Huygens, welcher die Lehre vom Pendel ſo ungemein erweitert hatte, wendete ſelbige auch zur Verbeſſerung der Uhren an, und ward dadurch der Erfinder der Pendeluhren. Es hatte zwar ſchon **Galilei** die gleich langen Schwingungen des Pendels zum Zeitmaße gebrauchet, und verſchiedene Aſtronomen, welche ihm folgten, konnten dadurch etwas genauere Beobachtungen als ihre Vorgänger anſtellen; allein durch den Widerſtand der Luft, in welcher die Pendel ihre Schwingungen verrichteten, mußten ſie nach und nach nothwendig immer kleiner werden, ſo daß man

 ihre

α) Horologium oſcillatorium. Pariſ. 1673. fol.
β) Princip. Lib. I. ſect. X. propoſ. 46 ſqq.

ihre Bewegung immer wieder erneuern mußte; überdem fehlte es auch an einem bequemen Mittel, die Schwünge zu zählen. Dieſen Schwierigkeiten wurde eben durch den Gebrauch der Pendel an den Uhren glücklich abgeholfen, indem der Trieb der Uhr die Bewegung des Pendels ununterbrochen erneuert, und die gleichen Schwünge des letztern verurſachen, daß die Uhr einen beſtändig gleichförmigen Gang machen müſſe. **Huygens** nahm zum Pendel eine eiſerne Stange mit einem Gewichte, wovon das obere Ende an einer Spindel mit zwey ſtählernen Lappen oder Blättchen befeſtiget iſt. Durch die Schwünge der Stange werden die Lappen wechſelsweiſe hin und her gewendet und fallen zwiſchen die Zähne des letzten Uhrrades ſo ein, daß ſie bey jedem Schwunge nicht mehr als einen einzigen Zahn des Rades fortgehen laſſen. Es muß daher das ganze Uhrwerk eben ſo gleichförmig, wie das Pendel ſelbſt, fortgehen. Außerdem ſchlagen auch die Zähne, welche von dem Gewichte oder von der Feder in der Uhr fortgetrieben werden, gegen die Lappen der Spindel an, und theilen dadurch dem Pendel ſelbſt ſo viele neue Bewegung mit, als es durch den Widerſtand der Luft von Zeit zu Zeit verlieret. **Huygens** blieb bey dieſer erſten Anwendung nicht ſtehen; er befürchtete nämlich, es möchte beynahe unmöglich ſeyn, alles ſo genau zu bearbeiten, daß nicht bisweilen die Schwünge größere oder kleinere Bogen beſchreiben ſollten, welches dem gleichförmigen Gange der Uhr hinderlich ſeyn möchte. Die von ihm entdeckten Eigenſchaften der Cykloide lehreten ihn, daß die Größe der Bogen gleichförmig ſeyn werde, wenn das Gewicht des Pendels Theile einer Cykloide durchliefe, und daß dieß erfolgen müſſe, wenn ſich der Faden, an welchem das Gewicht hängt, von einem cykloidaliſch geformten Bleche abwickelte. Er that daher den Vorſchlag, das Gewicht p (fig. 138.) am Faden cp zwiſchen den cykloidaliſchen Blechen cd und ce herabhängen zu laſſen, damit ſich der Faden beym Schwunge an dieſe Bleche anlege, und im Herabfallen davon abwickele. Auf ſolche Art wird

der Weg m n des Gewichtes p die Evolute einer Cykloide d. i. ein Theil eben derſelben Cykloide ſeyn, nach welcher ed und c e geſtaltet iſt. Dieſer huygens'ſche Vorſchlag iſt jedoch für die Ausübung unbrauchbar geblieben. Denn der Vortheil, welchen **Huygens** hiervon erwartete, ward durch die Schwierigkeit, den Blechen eine ſo genau cykloidaliſche Form zu geben, und durch die Steiſe der Fäden vereitelt. Bey größerer Vollkommenheit der Pendeluhren, an welchen die Pendel nur kleine Schwünge machen, ſind ſie auch völlig entbehrlich.

Bey den Pendeluhren kömmt es vorzüglich auf die Länge des Pendels an, indem hiervon der Gang derſelben abhängt. Ob nun gleich die Pendelſtange kein einfaches, ſondern ein zuſammengeſetztes Pendel iſt, ſo iſt man doch im Stande, den Mittelpunkt des Schwunges zu finden; da ſich alsdann das Pendel als ein einfaches Pendel betrachten läßt, deſſen Länge der Entfernung des Aufhängungspunktes von dem Mittelpunkte des Schwunges gleich iſt. Wäre z. B. das Pendel eine cylindriſche oder prismatiſche Stange, von der Länge $= 1$, ſo iſt der Mittelpunkt des Schwunges vom Aufhängungspunkte um $\frac{2}{3}$ 1 entfernet. Beſitzet dieſe Stange, noch wie gewöhnlich einen kleinen linſenförmig ſchweren Körper, ſo ſetze man das Gewicht desſelben $= q$, und das Gewicht der Stange $= p$, ſo wird das Moment der Trägheit des Ganzen $= (\frac{1}{3} p + q) 1^2$; das ſtatiſche Moment $= (\frac{1}{2} p + q) 1$, mithin die Entfernung des Aufhängungspunktes vom Mittelpunkte des Schwunges $= \frac{\frac{1}{3} p + q}{\frac{1}{2} p + q} . 1$. M. ſ. **Mittelpunkt des Schwunges, Moment.** Wäre z. B. das Gewicht der Stange $= 18$ Loth, des linſenförmigen Körpers $= 6$ Loth, und die Länge des Pendels $= 280$ Linien, ſo iſt die geſuchte Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels $= \frac{6 + 6}{9 + 6} . 280 = \frac{4}{5} . 280 = 56 . 4 = 224$ Linien.

Wird die Linſe ein wenig aufwärts geſchoben, ſo wird ihre Entfernung vom Aufhängungspunkte kürzer, und es ſchwingt nun, wie ein kürzeres einfaches Pendel, d. i. ſchneller. Schiebt man hingegen die Linſe niederwärts, ſo erfolget das Gegentheil. Durch eine ſolche Vorrichtung iſt man alſo im Stande, nach Erfordern der Uhr einen geſchwindern oder einen langſamern Gang zu geben.

Wenn ein ſolches Pendel Schwünge von beſtimmter Zeitdauer verrichten ſoll, ſo muß auch die Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels eine beſtimmte Größe beſitzen. Sollte der einfache Schwung eines einfachen Pendels gerade eine Sekunde dauern, ſo heißt alsdann die Länge β, welche zu dieſem einfachen Pendel gehöret, das **Sekundenpendel** oder auch die **Länge des einfachen Pendels**. Für ſelbiges iſt alſo die Zeitdauer des ganzen Schwunges = 2 Sekunden, und wenn es in kleinen Bogen ſchwingt, ſo hat man

$$2 = \pi \sqrt{\frac{2\beta}{g}} \text{ und } \frac{2g}{\pi^2} = \beta,$$

daraus folget $g : \beta = \pi^2 : 1$ oder der Weg, welchen ein Körper in einer Sekunde frey herabfällt, verhält ſich zur Länge des Sekundenpendels, wie das halbe Quadrat der Peripherie zum Quadrate des Durchmeſſers, d. i. wie 4,9348022 — : 1 oder wie 1 : 0,2026423 ..... Multipliciret man demnach die Fallhöhe eines Körpers in einer Sekunde mit der Zahl 0,2026423 ...., ſo erhält man die Länge des Sekundenpendels.

Huygens *) fand durch Verſuche die Länge des Sekundenpendels von 440 $\frac{1}{2}$ pariſ. Linien oder 3 Fuß 0 Zoll 8 $\frac{1}{2}$ Linien, oder in Decimalſtellen 3,059027 Fuß. Er führet aber nicht umſtändlich an, wie und wo er dieſe Länge gefunden habe. Er berechnet aber hieraus weitläuftig die Fallhöhe der Körper, und mit Gebrauch des Verhältniſſes 113 : 355 findet er dieſe Höhe proxime pedum 15 et unciae unius. Hierauf beſchreibet er ſeine Verſuche zur Prüfung dieſer

*) Horologium oſcillatorium P IV. prop. 25.

dieſer Größe. Es ließ nämlich ein Stück Bley in dem Augenblicke fallen, indem er zugleich ein Sekundenpendel los ließ, und maß die Höhe des Falles. Nach ſeiner Verſicherung ſtimmte das Reſultat mit ſeiner Rechnung genau überein.

Daß auch **Huygens** dieſe gefundene Länge des Sekundenpendels zum allgemeinen Fußmaße vorgeſchlagen habe, iſt bereits unter dem Artikel, **Fuß**, angeführet worden.

Der Herr von **Mairan** *) ſetzte die Länge des Sekundenpendels aus genauen Verſuchen auf 440,5666 — Linien für Paris. Zugleich beſchreibet er umſtändlich, wie dergleichen Verſuche anzuſtellen ſind. Er hat ſich hierbey einer Pendeluhr und eines Gewichtes an einem langen Faden bedienet, wozu ſehr häufig Fäden von einer Art amerikaniſchen Aloe gebrauchet werden, daher auch die damit verſehenen Pendeln **Pitt-Pendeln** genannt zu werden pflegen. Weil das Gewicht hierbey nicht alle Mahl in einerley Vertikalfläche bleibt, ſondern mit dem Faden koniſche Schwünge beſchreibet, ſo hat ſich **Clairaut** β) die Mühe gegeben, dergleichen Bewegungen zu unterſuchen. **Mairan's** Angabe der Länge des Sekundenpendels iſt von der huygens'ſchen um $\frac{1}{15}$ Linie verſchieden. Herr **de la Lande** berichtet aber, **Mairan** habe ſich einer unrichtigen Toiſe bedienet, und bringt die von ihm angegebene Pendellänge in ſeiner Tafel auf 440,52 Linien. **Bouguer** fand, wie **de la Lande** in eben der Tafel angibt, 440,67. Aus allen dieſen ſiehet man, wie viele Genauigkeit erfordert werde, um aus dergleichen Verſuchen ſichere Reſultate zu erhalten.

Im Jahre 1774 ſetzte die Societät der Künſte, Manufakturen und Handlung in Adophi's Buildings in London auf die Erfindung eines unveränderlichen Maßes einen Preis

*) Expériences ſur la longueur du pendule à ſecondes à Paris; in den Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1735. P. 273. der holländiſch. Ausgabe.

β) Examen des differentes oſcillations, qu'un corps ſuſpendu par un fil peut faire, lorsqu'on lui donne une impulſion quelquonque; in d. Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1735. p. 382. d. holl. Ausg.

von 100 Guineen. Dieß gab einem Uhr- und Maßſtabmacher in London, **Thomas Hatton** Veranlaſſung, einen neuen Apparat zur Beſtimmung der Pendellängen anzugeben. Obgleich die Proben hiermit der Erwartung der Geſellſchaft kein völliges Genüge thaten, ſo erhielt er doch eine Belohnung von 30 Guineen. **Hatton's** Gedanke ging dahin, einen beweglichen Aufhängungspunkt am Pendel anzubringen, und aus dem Unterſchiede zweyer Längen eben desſelben Pendels, welches durch Verrückung einer beweglichen Pincette verlängert oder verkürzet wird, die wahre Länge des Sekundenpendels abzuleiten. Dieſen Gedanken hat **Withehurſt** *) zur Erfindung einer ganz neuen Maſchine und eines eigenen Verfahrens zur Beſtimmung der Pendellängen benutzet. Dieſe Maſchiene wird von dem Herrn **von Zach** in Gotha wegen ihrer Genauigkeit gerühmet, welcher ſie für die Sternwarte auf dem Seeberge bey Gotha vom Herrn **Klindworth** in Göttingen hat verfertigen laſſen; ihre Aufſtellung und Regulirung erfordert aber viele Zeit, und ſie iſt daher nur an ſolchen Orten, wo ſie für immer aufgeſtellet werden kann, nicht aber auf Reiſen, brauchbar.

Im Jahre 1792 iſt die wahre Länge des Sekundenpendels in Paris vom Herrn **de Borda** mit der größten Genauigkeit nach Herrn **von Zach** Verſicherung beſtimmt worden. Aus Privatbriefen von **de la Lande** ſoll ſie bis auf $\frac{1}{100}$ einer Linie vollkommen zuverläſſig ſeyn. Der Maßſtab, welcher dabey gebrauchet wurde, war ein Lineal von Platina, von 12 Fuß Länge und mit einem Metallthermometer verſehen, welches jede augenblickliche Temperatur dieſes Maßſtabes zu erkennen gab. Die Eintheilungen darauf waren ſo vollkommen genau, daß der Nonius ſehr deutlich $\frac{1}{100}$ einer Linie anzeigte. Das Experimenten-Pendel hatte eine Länge von 12 Fuß, und die Kugel daran war eben-

*) An attempt towards obtaining invariable Meaſures etc. form the Menſuration of Time by *Johann Whitehurſt* Lond. 1787. überſetzt mit Anmerkung. von Widemann Nürnberg 1790. 4.

ebenfalls von Platina. Dieſen Verſuchen gemäß beträgt die Länge des Sekundenpendels für Paris 440,6 Linien oder 0,99359 Meter. Nach der neuern Eintheilung der Tage in 10 Stunden, der Stunde in 100 Minuten, der Minute in 100 Sekunden u. ſ. ſ. Würde ſich die alte Sekunde zur neuen wie 100000 : 86400, folglich die Länge des ältern Sekundenpendels zur Länge des neuern wie $1000^2 : 864^2$ verhalten müſſen; mithin würde das neue Sekundenpendel 228,9 Linien oder 0,7417 Meter ſich ergeben.

Der Herr **von Zach** empfiehlt aus bekannten Urſachen die Vervielfältigung genauer Pendelverſuche gar ſehr. Zu dergleichen Verſuchen war er mit dem vorzüglichſten und hauptſächlichſten Apparate verſehen, und fehlte es ihm noch an einer guten Vorrichtung zum Experimenten-Pendel, welches auf Reiſen bequem mitgeführet, allenthalben geſchwind aufgeſtellet, und zu Verſuchen mit dem Taſchenchronometer benutzt werden könnte. Einen ſolchen Apparat hat ſich der Herr **von Zach** ſelbſt erfunden, ihn durch Herrn **Schröder** in Gotha verfertigen laſſen, und in einer eigenen Abhandlung beſchrieben und abgebildet *). Die weſentlichſte Einrichtung ſtellt die fig 139. vor: **a b c d** und **e f g h** ſind zwey dreyeckige hölzerne Priſmen von Mahagony, jede Seite von einem pariſer Zoll, und 8 Zoll lang. Ein jedes dieſer priſmatiſchen Hölzer läßt ſich mittelſt zweyer mit Lappen oder Flügeln verſehenen Holzſchrauben **x y, x′ y′** in beliebiger und erforderlicher Entfernung von einander an eine Wand, Bret oder Pfeiler feſt einſchrauben; die untern Löcher, wodurch die Schrauben **y** und **y′** gehen, ſind länglich ausgeſchnitten, damit, wenn die obern Schrauben **x** und **x′** eingeſchraubet ſind, man die priſmatiſchen Hölzer noch

*) Beſchreibung einer neuen Vorrichtung, womit die Verſuche und Beſtimmungen der wahren Länge des einfachen Sekundenpendels genau und behend angeſtellet und gemacht werden können; in Bode Sammlung aſtronomiſcher Abhandlungen 1ter Supplem. Band Gotha 1793. S. 175 f. auch im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. IX. St. 1. S. 142 f.

noch verſchieben, und in die ſenkrechte Lage bringen könne, ehe man noch alles gehörig befeſtiget; hinten haben diese hölzerne Anſätze, damit ſie wohl an die Wand zu liegen kommen, und zur Verſchiebung der daran laufenden meſſingenen Hülſen $\alpha\beta\gamma\delta$ und $\varepsilon\zeta\eta\vartheta$ Raum laſſen; dieſe Hülſen, welche ebenfalls dreyeckig und prismatiſch ſind, laſſen ſich längs des hölzernen Prisma zu der groben Richtung verſchieben, ſind inwendig mit einer ſtählernen Feder verſehen, womit ſie ſich mit einer Preßſchraube an das Prisma andrücken und feſte machen laſſen. Die obere Hülſe $\alpha\beta\gamma\delta$ trägt einen meſſingenen Arm μ, an welchem das Suſpenſionswerk des Pendels angebracht iſt; in μ iſt ein Backen oder eine Klemme, welche durch die Druckſchraube r geöffnet und wieder geſchloſſen werden kann, zwiſchen dieſen Backen wird der Aloefaden mit dem daran hängenden Gewichte p über eine Rolle σ gezogen, welche mit einem Schraubenknopfe gedrehet werden kann, und durch dieſe Umdrehung die Länge des Aloefadens nach Erfordern verlängert oder verkürzet. Dieß Pendel hängt mit ſeinem Gewichte p bis an das zweyte ſenkrecht darunter angeſchraubte Prisma efgh frey herab, und trifft mit dem kleinen Gewichte p ungefähr auf die Mitte des untern Armes ik, welchen die Hülſe $\varepsilon\zeta\eta\vartheta$ trägt; an dieſem Arme werden wieder zwey mit einer Stellſchraube verbundene Hülſen k und lm angeſteckt, welche ſich darauf verſchieben laſſen, die Hülſe k aber kann mit einer Druckſchraube darauf angezogen und befeſtiget werden, damit alsdann die Stellſchraube angreifen könne, womit ſie bey ihrer Umdrehung die Hülſe lm mit der darauf befeſtigten Platte o durch eine ſanfte Bewegung vor- und zurückſchiebt; auch trägt die Hülſe lm noch einen andern Aufſatz, deſſen Gebrauch bald angegeben werden ſoll.

Dem Gewichte p gibt der Herr **von Zach**, wie ſchon **Bouguer**, **Don Ulloa**, **Liesganig** und **Darquier** gethan haben, die Geſtalt eines doppelten Kegels, eigentlich zwey abgekürzter Kegel, welche mit den größten Grundflächen zuſammenſtoßen. Die Schneide, welche durch

dieſes

dieſes Zuſammenſtoßen entſtehet, gibt einen ſcharfen Abſchnitt für die Meſſung der Länge; auch iſt bey dieſer Geſtalt der Schwingungspunkt vom Schwerpunkte ſehr wenig (bey Herrn **von Zachs** Kegel um 0,018 Linien) entfernet.

Die meſſingene Platte o, welche zwey Zoll hoch und 4 Zoll lang iſt, wird über einem Lampenlichte angeſchwärzt, und alsdann an den Arm ik gehörig angeſchoben, ſo daß der Kegel p vor dieſer angeſchwärzten Fläche zu hängen kömmt. Vermöge der an beiden Hülſen k und lm befeſtigten Stellſchraube läßt ſich dieſe angerußte Platte ſehr ſcharf mit der Schneide des Kegels p in Berührung bringen; wird nun dieſer Kegel in eine parallele Richtung mit der Platte angeblaſen, ſo geräth er in Bewegung, macht kleine Schwingungen, ſeine ſcharſe Schneide ſtreift die gerußte Platte und ſchreibt darauf mit der äußerſten Zartheit einen Bogen. Die Entfernung des Aufhängungspunktes von dieſem Bogen iſt um die eigentliche Länge des Experimenten-Pendels, und dieſe wird beſonders mit einem mikrometriſchen Stangenzirkel gemeſſen, welchen der Herr **von Zach** hierzu angegeben hat. Er hat hierbey nach **Ramsdens** Erfindung an die Mikrometerſchraube eine Spiralfeder in einem Gehäuſe mit der Uhrkette angebracht, welcher beſtändig an der Schraube zieht, und dadurch einen immer gleichförmig ſanften Gang bewirket. Auf dem von Herrn **Schröder** getheilten Mikrometer beträgt eine pariſer Linie 3,723 Umgänge der Schraube, mithin eine Abtheilung der Scheibe, oder ein Hunderttheil eines Schraubenganges 0,002685765 einer pariſer Linie. Da ein ſolcher Theil auf der Scheibe noch einen Raum von beynahe einer Linie einnimmt, ſo läßt ſich auch darauf noch die Hälfte oder das Viertel ſchätzen, mithin weit mehr als $\frac{1}{100}$ einer Linie abmeſſen.

Weil man auf Reiſen und hohen Orten die Toiſe nicht wohl bey ſich führen kann, ſo hat der Herr **von Zach** noch eine eigene Vorrichtung angebracht, um mittelſt eines eiſernen Stabes, welchen man im Spazierſtocke bey ſich träget,

träget, dem Experimenten-Pendel vom Aufhängungspunkte bis zur unterſten Fläche des Kegels bey einer gewiſſen Temperatur die genaue Länge von 37 pariſ. Zollen zu geben. Dieſer Stab hat oben ein Loch oder ein Oehr, an welchem er in einer Gabel bey v mittelſt eines durchgeſteckten Stiftes aufgehangen werden kann; f iſt eine kleine meſſingene Hülſe, welche ſich längs des Armes μ mit dem daran befeſtigten Anſatze q λ und dem daran hangenden eiſernen Stabe v w verſchieben, und mit einer Preßſchraube an die erforderliche Stelle befeſtigen läßt; eine andere bewegliche Hülſe iſt q, welche die Gabel v mit dem daran hangenden Stabe trägt; dieſe Hülſe wird vermittelſt der Stellſchraube t ſo lange fortgeſchraubet, bis die oberſte Spitze des Stabes an den Arm μ gerade da, wo der Aloefaden eingeklemmt wird, anſtößt, dieſer frey und ſenkrecht herabhangende Stab trifft nun auf den untern Arm k i, an welchem die um die beiden Hülſen k und m l in eine umgewandte Lage kommen, d. h. die ganze Vorrichtung wird umgekehrt an den Arm angeſchloſſen, k wird zuerſt und alsdann die Hülſe l m angeſteckt, ſo daß der Aufſatz n vorn und da zu ſtehen komme, wo jetzt die Platte o iſt, ſenkrecht unter v; hier trifft nun die untere Spitze des eiſernen Stabes gerade auf den platten, oben mit polirtem Stahle belegten Schraubenknopf n, welcher nach Belieben höher oder niedriger geſtellet werden kann; dieſer muß ſo lange geſchraubet werden, bis er die untere Spitze des Stabes berühret. Auf ſolche Art iſt die Oberfläche des Schraubenknopfes 37 pariſ. Zoll vom Aufhängungspunkte entfernet. Will man nun den Pendelverſuch anſtellen, ſo wird, nachdem man bey v den Stift herausgezogen, und den eiſernen Stab behutſam weggenommen hat, der Aloefaden eingezogen, welcher mittelſt der Scheibe σ ſo lange auf und abgewunden wird, bis die untere Fläche des abgekürzten Kegels p auf die polirte Oberfläche des Schraubenknopfes n aufgeſetzen iſt. Dadurch erhält das ganze Experimenten-Pendel vom Aufhängungspunkte bis zur unterſten Fläche des Kegels p eine Länge von 37 pariſ. Zollen;

da

da nun die Dimenſion des Kegels und deſſen Schwingungs-punkt bekannt iſt, ſo weiß man daher auch die wahre Länge des Experimenten-Pendels vom Aufhängungspunkte.

Der Kegel p iſt von Silber und maſſiv; an beiden äußern Grundflächen hat er kleine Schräubchen mit platten Knöpfchen, die mit einem feinen Loche durchbohrt ſind. Durch dieſes wird der Aloefaden gezogen, am untern Ende ein Knötchen daran gemacht (oder, wenn es ein Goldfaden iſt, angeſchmolzen) und alsdann erſt das Schräubchen in den Kegel eingeſchraubet, ſo daß das Knötchen inwendig in den Kegel kömmt. Auf dieſe Art wird das Gewicht an den Faden befeſtiget. Seine Geſtalt iſt nach einer in eine meſſingene Platte eingeſchnittenen rhomboidaliſchen Lehre genau berichtiget und abgedrehet. Die Axe dieſes Kegels hat 11,25 pariſ. Linien, der Durchmeſſer der gemeinſchaftlichen Grundfläche beider Kegel 7,52 Linien; ſein Gewicht beträgt 270 $\frac{1}{2}$ Aß köllniſch Gewicht, das Mark zu 4352 Aß, der 37 Zoll lange Pitfaden wiegt $\frac{1}{4}$ Aß.

Mit dieſem Apparate hat der Herr **von Zach** die wahre Länge des einfachen nach Sekunden der Sternzeit ſchwingenden Pendels zu Gotha bey der Temperatur 4 $\frac{1}{4}$ Grad Reaum. oder 42 Grad Fahrenh. 438,29 pariſ. Linien gefunden, woraus ſich die Länge für das noch Sonnenzeitſekunden ſchwingende Pendel 440,693 Linien ergibt.

Da ſo viel auf die genaue Länge eines Sekundenpendels ankömmt, ſo hat man auch auf alle Umſtände Rückſicht zu nehmen, welche die beſtimmte Länge bey den Verſuchen abändern könnte. Dergleichen finden ſich aber alle Mahl. So verurſachet der Widerſtand der Luft, daß die Schwingungen des Pendels, welche im leeren Raume ſich beſtändig gleich bleiben müßten, nach und nach immer kleiner werden, und zuletzt ganz verſchwinden, ſo daß es in der Vertikallinie ſtill ſtehen bleibt. Verſuche mit Pendeln im luftleeren Raume hat **Derham** *) angeſtellet. Das Sekundenpendel wird darin etwas länger, als in der Luft. Es wird

*) Philoſoph. transact. no. 249.

wird aber der Widerſtand der Luft deſto größer, je dichter ſelbige und je größer der Umfang des Pendels iſt. Daher kömmt es, daß ein Pendel bey einerley Umfange und einerley Länge von ſpecifiſch ſchwererer Art ſchneller ſchwingt, als ein anderes von ſpecifiſch leichterer Art. Es wird nämlich dadurch die Dauer des Niederganges etwas länger, weil die widerſtehende Luft das Pendel verzögert, und dadurch verurſachet, daß die Pendelſtange etwas ſpäter in die Vertikallinie kömmt; dadurch wird aber auch die Dauer des Aufſteigens des Pendels wieder etwas kürzer, und die Verzögerung des Niederganges und die Verkürzung des Aufganges wird ziemlich gegen einander aufgehoben, ſo daß darauf ſo ſehr nicht Rückſicht genommen werden kann. Aber deſto mehr muß auf den Verluſt der Schwere des Pendels in freyer Luft geſehen werden, weil die Fallhöhe den größten Einfluß auf das Pendel hat. In dieſer verlieret es nämlich einen Theil des Gewichtes, und beweget ſich daher mit einem Verluſte der Schwere. Es muß demnach noch ein Theil zur Länge der beobachteten Länge des Pendels hinzugeſetzet werden, um die Länge desjenigen Pendels zu finden, welches im leeren Raume ſchwingt. Dieſer hinzuzuſetzende Theil verhält ſich zur beobachteten Länge des Pendels in freyer Luft, wie das ſpecifiſche Gewicht der Luft zum ſpecifiſchen Gewichte des Körpers, woraus das Pendel verfertiget iſt. M. ſ. **Schwere, ſpecifiſche.**

Auch durch das Reiben am Aufhängungspunkte wird die Bewegung der Pendel gehindert. Man könnte dieß vermeiden, wenn man ſtatt der Stange einen Faden gebrauchte, und deſſen oberes Ende zwiſchen zwey kleinen zuſammengeſchraubten Platten einklemmte. Jedoch würde hierbey die Steife des Fadens an derjenigen Stelle, welche ſich biegen muß, ein neues eben ſo großes Hinderniß verurſachen. Weil ohnedieß die ſteifen Pendelſtangen unentbehrlich ſind, ſo iſt es beſſer, ihnen oben ein Paar ſtählerne Zapfen zu geben, welche unterwärts gekehrte ſcharfe Schneiden beſitzen, und mit dieſen auf wagrechten ſtählernen Platten

ten aufliegen. Auf dieſe Weiſe wiegen ſich die Zapfen beym Schwunge hin und her, wie am Wagebalken. Dieſe Einrichtung hatte **Graham** dem Pendel gegeben, womit **Maupertuis** in Pello beobachtete *). Es war dieſes mit zwey Gewichten verſehen, mit dem ſchweren beſchrieb es einen Bogen von 4 $\frac{1}{2}$, mit dem halb ſo ſchweren einen Bogen von 3 Grad, und ſchlug im letzten Falle täglich 3 bis 4 Sekunden mehr.

Vorzüglich wirken aber auf den Gang der Pendel die Abwechſelungen der Wärme und Kälte, weil das Pendel durch die Wärme länger, durch die Kälte aber wieder kürzer wird. Aus dieſer Urſache ſind die Schwingungen im Sommer langſamer, als im Winter. **De la Lande** führet an, daß die gewöhnlichen Pendeluhren im Winter 20 Sekunden mehr machen; auch **Käſtner** *) fand es ſo an einer von **Kampe** verfertigten Uhr.

Es würde ohne Zweifel dieß das ſicherſte ſeyn, daß alle Verſuche mit den Pendeln bey einerley Wärmegrad angeſtellet, oder wenn dieß nicht anginge, zum wenigſten der Wärmegrad und die Beſchaffenheit des Pendels genau angezeiget würden, um die Verlängerung oder Verkürzung des Pendels ſo genau als möglich zu berechnen. Weil aber dieß manche Schwierigkeiten verurſachet, ſo hat man lieber Pendel von verſchiedenen Materien anzuordnen geſuchet. **Graham** verfiel anfänglich darauf, die Pendelſtangen von Ebenholz oder Nußbaum zu verfertigen, weil das Holz nach der Länge der Faſern nicht merklich ausgedehnet wird; dagegen aber hat es den Fehler, daß es durch Abwechſelung der Feuchtigkeit und Trockenheit ſich wirft und krümmt. Auch verſuchte **Graham**, ein Thermometer am Pendel ſo anzubringen, daß der Mittelpunkt des Schwunges durchs

Steigen

*) Meſure de la péſanteur; in den oeuvres *de Maupertuis* Lyon 1768. Tom. IV. p. 336.

*) Ueber die Aenderung des Ganges der Pendeluhren. Göttingen 1778. 4.

Steigen des Queckſilbers um eben ſo viel höher gebracht werden ſollte, als es durch die Verlängerung der Pendelſtange von der Wärme tiefer herabgebracht ſey. Nachher aber fand er es weit rathſamer, das Pendel aus mehreren mit einander verbundenen Stangen von verſchiedenen Metallen zu verfertigen. Hieraus entſtand eine Art von Pendeln, welche man **roſtförmige Pendeln** nennt, weil ſie wegen der parallelen Stangen einem Roſte ähnlich ſind. In der fig. 140. iſt **Grahams** roſtförmiges Pendel abgebildet. Es beſteht dieß aus 5 eiſernen und 4 kupfernen oder meſſingenen Parallelſtäben. Die eiſernen ſind oben feſt, mithin treibt die Wärme ihre unteren Enden herabwärts, und erniedriget den Mittelpunkt des Schwunges; an den untern Enden der eiſernen Stäbe ſind Füße, auf welchen die meſſingenen Stäbe aufſtehen. Es ſind alſo dieſe letztern unten feſt, mithin treibt die Wärme ihre obern Enden aufwärts, und erhöht dadurch nicht allein den Mittelpunkt des Schwunges, ſondern auch die Querſtäbe, welche die folgenden Eiſenſtäbe halten. Die Längen der Stäbe haben ein ſolches Verhältniß gegen einander, daß die Ausdehnung des Meſſings den Mittelpunkt des Schwunges um gerade ſo viel erhebt, als ihn die Ausdehnung des Eiſens erniedriget. Dieſe Einrichtung hat den meiſten Beyfall gefunden. Gewöhnlich wird aber nur ein ganz kleiner Roſt oben angebracht, aus welchem die weit längere Pendelſtange herabhängt.

Noch eine andere Einrichtung von **Romain** und **Caſſini** *) wird von **Muſſchenbroek** beſchrieben: der eiſerne Stab (fig. 141.) ab beſitzet an der Hinterſeite einen feſten meſſingenen Stab cd; der eiſerne Stab ſo an der Vorderſeite jenes eiſernen Stabes trägt das Gewicht o. Dieſe Stäbe werden von den Hülſen gh und mn bloß dieſerwegen umſchloſſen, um ſich nicht im Verſchieben von einander zu hindern; in der Hülſe tp aber ſind alle drey Stäbe mit Zapfen feſt. Wenn die Wärme größer wird, ſo dehnt ſich cd mehr

*) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris. 1741.

mehr aus als ab, folglich wird der Zapfen t niedergeſchoben, hingegen p mit den Gewichte o erhoben. Muſſchenbroek berechnet aus dem Ausdehnungsverhältniſſe des Meſſings zum Eiſen, das er wie 46:17 ſetzt, wenn ao = 39 Zoll iſt, ct = 27 Zoll ſey, ſo müſſe ſich tr:rp wie 19:39 verhalten.

Ferner muß auch auf die Größe der Schwingungsbogen Rückſicht genommen werden. Denn bey größern Schwingungsbogen wird auch die Zeitdauer des Schwunges merklich größer werden, und die Zeiten können alsdann nicht mehr in demſelben Verhältniſſe ſtehen. Folgende kleine Tabelle zeiget die Zögerungen, welche bey ein und eben demſelben einfachen Pendel im Vergleich mit dem mathematiſchen Pendel, welches durch unendlich kleine Bogen ſchwingt, entſteht, wenn die Schwingungsbogen größer werden. Die Länge des Pendels beträgt hier übrigens 3 Fuß 8 Linien pariſ. Maß.

Einfacher Schwung Zoll	Linien		Tägliche Zögerung Sekunden
0	4	—	0,1
0	8	—	0,5
1	0	—	1,0
1	4	—	1,8
1	8	—	2,8
2	0	—	4,0
2	4	—	5,5
2	8	—	7,1
3	0	—	9,0
3	4	—	11,1 u. ſ.

Man kann dieſe Tabelle leicht ſo fortſetzen, wenn man jedes Mahl die Zahl der Zolle mit ſich ſelbſt multipliciret, das Produkt gibt ſodann die Sekundenzahl an, welche die tägliche Zögerung ausdrückt. Schwingt alſo ein Pendel in einer Breite von 1 Zoll, alſo auf jeder Seite 6 Linien, ſo iſt es kein wahres Sekundenpendel mehr, weil es täglich um eine Sekunde zurückbleibt.

Auch durch die Wirkung der Centrifugalkraft auf der Erde, welche von der Umdrehung derſelben um ihre Axe herrühret, erleidet der Gang der Pendel eine Aenderung. Denn hierdurch wird die Schwere des Pendels, folglich auch die Länge deſſelben vermindert. Dieſer Verluſt der Schwere wird deſto größer, je näher man dem Aequator kömmt, denn alsdann wird die Fliehkraft der Erde deſto größer. Aus dieſem Grunde muß auch das Sekundenpendel bey einerley Länge unter dem Aequator langſamer ſchwingen, als gegen die Pole zu, mithin muß es unter dem Aequator kürzer gemacht werden, wenn es gleichzeitig ſchwingen ſoll. Unter dem Aequator verhält ſich die Fliehkraft zur Kraft der Schwere wie 1 : 289. M. ſ. **Schwungkraft.** Nun lehrte **Richer** im Jahre 1672 (m. ſ. **Erdkugel**), daß das Sekundenpendel, welches in Paris ſchwung, auf der Inſel Cayenne um $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer ſeyn müſſe, wenn es die nämliche Geſchwindigkeit behalten ſollte. Daraus folgt alſo, daß man zu der Länge des Pendels noch etwas wegen der Fliehkraft zuſetzen müſſe. Dieſen zuzuſetzenden Theil findet man, wenn der Bruch $\frac{1}{289}$ mit dem Quadrate des Coſinus der geographiſchen Breite des Ortes multipliciret wird. Man nehme an, der Ort, wo die Länge des Sekundenpendels durch Verſuche beſtimmt worden, liege unter der geographiſchen Breite von 60 Grad, ſo iſt der Coſinus von 60 Grad $= \frac{1}{2}$, und der hinzuzuſetzende Theil zur Länge des Pendels beträgt $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289} = \frac{1}{1156} = 0{,}00086505$.

Noch lehret die Erfahrung, daß ungeachtet aller dieſer Verbeſſerungen der Länge des Sekundenpendels daſſelbe an verſchiedenen Orten der Erde in Anſehung der Länge nicht gleich groß gefunden werde. Dieß beweiſet, daß die Fallhöhe in der erſten Sekunde, folglich die Kraft der Schwere an dieſen Orten verſchieden ſeyn müſſe. Die Verſuche mit dem Pendel beweiſen, daß die Schwere unter dem Aequator geringer als gegen die Pole zu ſeyn müſſe. Jedoch iſt keinesweges die ganze Verminderung der Schwere zuzuſchreiben, ſondern ein Theil davon verurſachet die Centrifugal-

trifugalkraft der Erde. Weil aber dieſer Theil gefunden werden kann, ſo läßt ſich auch die verminderte Kraft der Schwere gegen den Aequator zu beſtimmen. Denn alsdann verhalten ſich die Schweren an den verſchiedenen Orten, wie die Fallhöhen, oder wie die Längen der Sekundenpendel, weil zwiſchen der Größe der Fallhöhe und der Länge des Sekundenpendels an allen Orten einerley Verhältniß Statt findet, indem $g : \beta = \pi^2 : 1$ iſt. Hierdurch erhält man folglich ein Mittel, die Schwere an verſchiedenen Orten der Erde mit einander zu vergleichen. Aus dieſer Proportion folget, daß man, um die Fallhöhe in einer Sekunde mittelſt des Sekundenpendels zu beſtimmen, nur die Länge deſſelben zu wiſſen braucht; denn alsdann wird dieſe mit der Zahl 4,9348022 ... multipliciret. Z. B. die Länge des einfachen Sekundenpendels in Paris iſt = 440,57 Linien, mithin $g = 4,9348022 \times 440,57 = 2174,175$ Linien oder 15,098 pariſ. Fuß.

Weil die unmittelbare Meſſung der Länge des Sekundenpendels viel Genauigkeit erfordert, ſo hat man noch ein bequemeres Mittel, die Fallhöhe einer Sekunde an jedem andern Orte zu vergleichen. Man braucht nämlich nur ein einziges Pendel von einer genau beſtimmten Länge zu haben, und die ganzen Schwünge deſſelben an jedem Orte in einer gewiſſen Zeit zu zählen, z. B. in einer Stunde. Man ſetze dieſe Zeit = t, und die Anzahl der halben Schwünge = n, ſo iſt die Zeitdauer der halben Schwünge = $\frac{t}{n}$, und man hat

$$\frac{t}{n} = \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2\beta}{g}}, \text{ folglich } n^2 = \frac{2gt^2}{\pi^2\beta};$$

würde nun eben dieſes Pendel an einem andern Orte, wo die Fallhöhe = G iſt, in der Zeit t die Anzahl von N halben Schwüngen machen, folglich die Zeitdauer derſelben = $\frac{t}{N}$ ſeyn, ſo iſt auch

$$\frac{A}{N} = \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2\beta}{G}}, \text{ und } N^2 = \frac{2Gt^2}{\pi^2\beta}.$$

Hieraus ergibt ſich alſo $g:G = n^2:N^2$, d. h. **die Fallhöhen an verſchiedenen Orten verhalten ſich zu einander, wie die Quadrate der Schwingungszahlen.**

In Paris, z. B. hatte **Richers** Pendeluhr täglich 24.60.60 = 86400 Sekunden geſchlagen. In Cayenne ging ſie täglich um 2 Minuten = 120 Sekunden zu langſam, ſchlug ſie folglich nur 86280 Mahl. Hiernächſt iſt $n:N$ = 8640:8628 = 720:719, folglich die Schwere zu Paris, wie die zu Cayenne wie $720^2:719^2$ = 360:359 oder wie 1:0,99722.

Das Pendel, welches man bey ſich führet, um an einem jeden Orte binnen einer gewiſſen Zeit ſeine Schläge zu zählen, nennt man ein **unveränderliches Pendel.** Man nimmt hierzu ein gewöhnliches Uhrpendel, an welches der linſenförmige Körper befeſtiget wird. Wenn man dieſes allein ohne Uhr gebrauchen will, ſo muß es auf eine ganz eigene Art auf einer Schärfe aufgehängt werden, ſo daß ſeine Schwingungen eine lange Zeit ununterbrochen fortdauern. Dergleichen Pendel haben **Condamine** [α]) und **Griſchow** [β]) gebrauchet. Das letztere Pendel, unter **Grahams** Aufſicht verfertiget, war eine ſtählerne Stange faſt von 26 pariſer Zoll Länge, mit einem ſchweren linſenförmigen Körper von $5\frac{2}{3}$ Zoll im Durchmeſſer, und machte wenige Tage lang ununterbrochen ſeine Schwingungen. **Maller** erhielt das, was **de la Condamine** ſelbſt zu Quito hatte verfertigen laſſen, von **de la Lande**, und ſtellte hiermit Beobachtungen zu Ponoi in Lappland [γ]) an. Um die Schwin-

α) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1745. p. 476. der Pariſ. p. 683. der holländiſch. Ausgabe.

β) Relatio obſervat. et exper. quorum inſtituendorum iter 1757. in inſulam Oſiliam ſuſceptum occaſionem praebuit; in Nov. comment. Petrop. Tom. VII. p. 445.

γ) Collectio omnium obſerv. quae occaſtione tranſitus Veneris per ſolem 1769. per imper. Ruſſicum inſtitutae ſunt. Petrop. 1775. und in Nov. comment. Petrop. Tom. XIV. P. II.

Schwingungen mit Bequemlichkeit zu zählen, laſſen ſich Zeiger anbringen. An Griſchow's Pendel befand ſich einer, welcher ſeinen Umlauf binnen 100000 Schwingungen machte. Die Schwingungen werden während eines Sterntages gezählet, und daraus die Zahl berechnet, welche dem mittleren Tage zugehöret. Auch muß dabey auf den Grad der Wärme Rückſicht genommen werden, indem man nämlich entweder das Pendel beſtändig in einerley Wärme erhält, oder auch die Aenderung, welche dadurch in der Länge des Pendels vorgegangen ſeyn kann, mit in Rechnung bringt.

Die Länge des einfachen Sekundenpendels hat man gefunden *):

durch unmittelbare Meſſung

Beobachter	Ort	Breite	Sekundendel in pariſ. Lin.
Bouguer	Pichincha, 2400 Toiſen hoch	0° 13′	438,69
—	Quito, 1500 Toiſen hoch	0 25	438,82
—	Quito am Meer	— —	439,10
Richer	Cayenne	4 56	439,32
Bouguer	Panama	8 35	439,20
Godin	Portobello	9 33	439,08
—	klein Grava	18 27	439,37
Ulloa	Guarico	19 46	439,32
De la Caille	Cap der guten Hoffnung	33 55	440,05
Jacquier	Rom	41 54	440,28
Picard	Bayonne	43 30	440,50
Liesganig	Wien	48 12	440,56
Richer	Paris	48 50	440,60
Mairan	—	— —	440,57
Graham	London	51 31	440,60
Lulofs	Leiden	52 9	440,71
Mayer	Greifswalde	54 4	440,83
	Archangel	64 33	441,10
	Kola	68 52	441,31

*) Bode Kenntniß der Erdkugel.

Durch Vergleichung der Schwingungszahlen

Beobachter	Ort	Breite	Sekundenpendel in parisſ. Linie
Condamine	Para	1° 28′	439,22
Campbell	Jamaika	18 0	439,44
Mairan	Paris	48 50	440,57
Graham	London	51 31	440,65
Celſius	Upſal	59 2	440,91
Griſchow	Dörpt	48 26	440,92
——	Reval	59 26	440,95
Mallet	Petersburg	59 56	441,12
Maupertuis	Pello	66 48	441,17
Mallet	Ponoi	67 5	441,22

Auch lehret dieſe Tabelle, daß an ein und eben demſelben Orte in großen Höhen die Pendel in Anſehung der Länge geringer, als in der Tiefe ſeyn müſſen, wenn ſie gleichzeitig ſchwingen ſollen. Es muß alſo auch die Schwere in höhern Gegenden geringer werden, als ſie in der Tiefe iſt. Daſſelbe Pendel machte in 24 Stunden

am Ufer des Amazonenfluſſes	98770
zu Quito	98740
auf dem Pichincha	98720

Schwünge. Von dem Betruge einiger Franzoſen, welche gerade das Gegentheil haben erfahren wollen, ſ. m. den Artikel, **Gravitation** (Th II. S. 813 f.).

Auf einem Sphäroid muß nach **Newton's** Geſetzen die Zunahme der Schwere vom Aequator an gegen die Pole zu gerechnet, ſich verhalten wie das Quadrat des Sinus der Breite. Die Angaben der Tabellen ſtimmen zwar mit dieſen Geſetzen nicht vollkommen überein; dagegen muß aber auch ein Theil auf die Fliehkraft der Erde gerechnet werden, und gleichwohl ſind die Abweichungen nicht ſo beträchtlich, daß man nicht daraus noch die Länge des Sekundenpendels unter dem Pol ſelbſt ſuchen könnte. Weil nämlich die Schwere im Verhältniſſe mit der Pendellänge iſt, ſo verhalten ſich auch die Zunahmen der Pendellängen wie die Quadrate der Sinus der Breiten. Ueberhaupt läßt

läßt ſich aus dieſem Geſetze die Pendellänge für jede Breite berechnen, wenn die für den Aequator nebſt noch einer für irgend eine andere Breite gegeben iſt. Eine Formel hierzu mit Beyſpiel hat Herr **Käſtner** *) angegeben. **Darquier** β) theilet eine Tafel von 23 Längen des Sekundenpendels mit, bey welcher eine jede Beobachtung mit der Rechnung nach **Newton's** Vorausſetzungen verglichen iſt. Die Pendellänge unter dem Aequator wird darin nach **Bouguer** 439 Linien geſetzt; **Käſtner** gibt ſie aus **Bouguer** figure de la terre p. 324. au niveau de la mer = 439,21; **de la Lande** Aſtron. 2699. auch als von **Bouguer** beobachtet = 439,07, welches **Käſtner** für einen Schreibfehler hält. In **Darquier's** Tafel iſt die nördlichſte Beobachtung von Lyons auf Spitzbergen unter 79° 50′ nördlicher Breite = 441,37 Linien; **Darquier** ſelbſt fand zu Toulouſe unter 43° 36′ Breite die Pendellänge 440,10 Linien. Aus **Newtons** Geſetzen ſollte ſie nach der Rechnung auf Spitzbergen 441,19, zu Toulouſe 440,11 ſeyn. Folglich weicht die Berechnung von der Beobachtung auf Spitzbergen um 0,18, zu Touluſe 0,29 ab. Es iſt ungewiß, welche Beobachtungen **Darquier** bey ſeiner Rechnung zum Grunde geleget hat; iſt aber die vom Aequator dabey, und, wie es ſcheint, um 0,21 zu klein angenommen, ſo dürfte nach Verbeſſerung dieſes Fehlers die Abweichung der Berechnung von der Beobachtung ſich um ein beträchtliches vermindern.

Wäre die Geſtalt der Erdmeridiane vollkommen elliptiſch, ſo würde man auch aus den beobachteten Pendellängen auf die Größe der Grade einen ſichern Schluß machen können. In allen Kegelſchnitten aber verhalten ſich die Halbmeſſer der Krümmung wie die Würfel der Normallinien. Im Ellipſoid ſind die Schwe-

*) Anfangsgründe der höhern Mechanik 2te Aufl. 1793. Abſchn. II. 52. X. XI.

β) Obſervat. aſtron. faites à Toulouſe.

ren in dem Verhältniſſe der Normallinien. Daraus folgt alſo, daß ſich die Länge der Grade wie die Würfel der Schwere oder wie die Würfel der Pendellängen verhalten. Allein es zeigt die Anwendung, daß nach dieſem Satze beträchtliche Fehler entſtehen; daher ſcheint es, als ob die Meridiane der Erde keine vollkommene elliptiſche Geſtalt hätten, welches auch ſelbſt die unmittelbaren Meſſungen zu erkennen geben. M. ſ. **Erdkugel.** Es iſt daher alle Mahl ſicherer, aus den beobachteten Pendellängen bloß auf die Größe der Schwere, nicht aber auf die Geſtalt der Erde zu ſchließen.

M. ſ. *Montucla* hiſtoire des mathematiques Tom. II. p. 268. 384. **Käſtner** Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchnitt II. **Bode** Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel.

Percuſſion ſ. Stoß.

Percuſſionsmaſchine, Stoßmaſchine, Maſchine des Mariotte (machina, qua experimenta circa colliſionem ſ. conflictum corporum inſtituuntur, machine de Mariotte pour les expériences du choc des corps). Eine eigene Vorrichtung zu Verſuchen über die Geſchwindigkeit bewegter Körper nach dem Stoße. Dieſe Maſchine, welche gewöhnlich einen Theil des phyſikaliſchen Apparates ausmacht, hat zur Abſicht, die Geſetze des Stoßes der Körper gegen einander zu erläutern und zu beſtätigen.

Mariotte *) war der erſte, welcher die Geſchwindigkeiten durch die Fallhöhe beſtimmte, indem ein jeder Körper, welcher auf einem vorgeſchriebenen Wege frey herabgehen muß, an jeder Stelle desſelben eine Geſchwindigkeit erhält, welche derjenigen gleich iſt, die der Höhe ſeines Falles bis an dieſe Stelle zugehöret. Der Widerſtand der Luft iſt hierbey von keiner Beträchtlichkeit, beſonders wenn dichte Körper, als z. B. Glaskugeln, Bleykugeln, Kugeln von Elfenbein u. ſ. von nicht allzugroßen Höhen herabfallen. Man

*) De la percuſſion ou choc des corps; in den oeuvres de *Mariotte*. à la Haye 1740. Tom. I.

Man nehme an, zwey Kugeln (fig. 142.) p, q hiengen an Fäden von c und d in einerley vertikalen Ebene ſo herab, daß ſie ſich in einem Punkte berührten, welcher mit ihren Mittelpunkten in einer horizontalen Linie liegt, und es würde die eine Kugel q in der Vertikalfläche dqb bis b erhoben und frey herabgelaſſen, ſo wird ſie alsdann in q mit einer Geſchwindigkeit ankommen, welche der Höhe eq zugehöret. Auf eben dieſe Art würde auch p bis g erhoben im Rückfall in p mit einer Geſchwindigkeit ankommen, welche der Höhe fp zugehöret. Beide Geſchwindigkeiten verhalten ſich zu einander wie die Quadratwurzeln dieſer Höhen. Es laſſen ſich daher die Höhen mittelſt eines auf dem Geſtelle angebrachten Maßes ſo wählen, daß die dazu gehörigen Geſchwindigkeiten jedes verlangte Verhältniß beſitzen. Sind die Bogen, welche die Kugeln durchlaufen, klein, ſo verhalten ſich die Quadratwurzeln ihrer Querſinus, d. i. eq und fp, wie die Bogen ſelbſt, oder man kann alsdann die Geſchwindigkeiten durch die Bogen ſelbſt meſſen. Man theilt daher die Bogen in gleiche Theile, und erhebt die Kugel bis zu einem ſolchen Theil, deſſen Zahl, z. B. 4, die Geſchwindigkeit der Kugel ausdrucket, die ſie an der unterſten Stelle erhalten hat. Bey etwas großen Bogen iſt aber dieß irrig.

Der Stoß erfolget nun unten bey pq, und nach demſelben gehen entweder beide Kugeln nach der Richtung der ſtoßenden, oder die eine geht der Richtung der ſtoßenden entgegen, oder ſie gehen beide zurück. Der in Theile getheilte Bogen apb zeiget alsdann, wie weit ſie wieder ſteigen, und die ſenkrechte Höhe dieſes Steigens oder der Bogen gibt ein leichtes Mittel, die Geſchwindigkeit nach dem Stoße mit dem vor dem Stoße zu vergleichen. Die beiden Kreisbogen ap und qb müſſen eigentlich von einander getrennt ſeyn; jener iſt nämlich um c und dieſer um d beſchrieben, und ſie müſſen bey qp ſo weit von einander abſtehen, als die Summe der Halbmeſſer beider Kugeln beträgt.

Umſtändliche Beſchreibungen ſolcher Percuſſionsmaſchinen geben s'Graveſande [a]) und Nollet [b])

Perigäum ſ. **Erdnähe.**

Perihelium ſ. **Sonnennähe.**

Periode, Julianiſche (periodus Juliana, période Julienne). In der Chronologie wird eine **Periode** überhaupt eine Reihe von Jahren genannt, nach deren Verlauf die nämliche Begebenheit oder das nämliche Zeitmerkmahl wiederkehret. Die julianiſche **Periode** insbeſondere iſt eine Reihe von 7980 julianiſchen Jahren, nach deren Verlauf das Jahr wieder einerley Zahlen im Sonnen- Mond- und Indiktionscykel erhält. M. ſ. **Cykel. Joſeph Scaliger** hat dieſe julianiſche Periode zuerſt in der Chronologie eingeführet, und ſie zum Maßſtabe aller übrigen Epochen gebrauchet.

Es beſtehet der Sonnencykel aus 28, der Mondcykel aus 19 und der Indiktionscykel aus 15 julianiſchen Jahren. Das Produkt dieſer drey Cykel gibt die Jahre der julianiſchen Periode 28.19.15 = 7980 Jahre. Es würden ſich daher dieſe drey Cykel nach Verlauf dieſer Jahre zugleich endigen, wenn ſie mit einem Jahre zugleich angefangen hätten.

Wenn für ein gewiſſes Jahr der Sonnencykel, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl gegeben ſind, ſo läßt ſich alsdann finden, was es für ein Jahr der julianiſchen Periode ſey.

1. Man ſetze nämlich die geſuchte Zahl $T = a.A + b.B + c.C$, ſo wird erfordert, daß die Zahlen a, b, c, ſie mögen auch ſeyn, welche ſie wollen, nie größer, als 28, 19 und 15, überdem die Zahlen A, B, C ſo beſchaffen ſind, daß ſich A durch 19 und 15, B durch 28 und 15, und C durch 28 und 19 ohne Reſt dividiren laſſen.

2.

a) Phyſices elementa mathemat. L. I. c. 23.

b) Phyſikaliſche Lehrſtunden. B. II. Leipz. 1777. S. 114 u. f.

2. Demnach ſetze man $A = 28\alpha + 1$, $B = 19\beta + 1$ und $C = 15\gamma + 1$, ſo hat man im erſten Falle $\frac{T}{28} = \frac{b.B + c.C}{28} + (\alpha + \frac{1}{28})\,a$; im zweyten $\frac{T}{19} = \frac{a.A + c.C}{19} + (\beta + \frac{1}{19})\,b$; und im dritten $\frac{T}{15} = \frac{a.A + b.B}{15} + (\gamma + \frac{1}{15})\,c$ als ganze Quotienten, die letzten Theile ausgenommen, wo die Reſte nach der Ordnung a, b, c ſind, wofern nicht $a = 28$, $b = 19$ und $c = 15$ iſt.

3. Man nehme $28\alpha + 1 = 19.15.m$; $19\beta + 1 = 28.15.n$; $15\gamma + 1 = 28.19.r$, daraus findet man $\alpha = \frac{19.15.(m-1)}{28} = 10m + \frac{5m-1}{28}$; $\beta = \frac{28.15(n-1)}{19} = 22n + \frac{2n-1}{19}$; $\gamma = \frac{28.19.(r-1)}{15} = 35r + \frac{7r-1}{15}$. Nun ſetze man $\frac{5m-1}{28} = x$, mithin $28x = 5m - 1$ und $m = 5x + \frac{3x+1}{5}$; ſoll alſo m die möglichſt kleinſte ganze Zahl ſeyn, ſo muß man $x = 3$ annehmen, da alsdann $m = 17$ wird, und man findet die kleinſte ganze Zahl für $A = 19.15.17 = 4845$. Der Ausdruck $22n + \frac{2n-1}{19}$ zeigt ſchon von ſelbſt, daß n wenigſtens 10 ſeyn müſſe, wenn β die kleinſte ganze Zahl ſeyn ſoll, und daß gibt für B die kleinſte ganze $28.15.10 = 4200$. Setzt man endlich $\frac{7r-1}{15} = z = \frac{7r-1}{2.7+1} = \frac{r - \frac{1}{7}}{2 + \frac{1}{7}}$, ſo findet man $r = 2z + \frac{z+1}{7}$, und daraus erhellet, daß für die kleinſte ganze Zahl von r die Zahl $z = 6$ ſeyn müſſe,

alſo

alſo $r = 13$: dieß gibt nun auch für C die kleinſte Zahl $= 28 . 19 . 13 = 6916$.

4. Man hat alſo $T = 4845 . a + 4200 . b + 6916 . c$. Nimmt man $a = b = c = 1$ ſo wäre $T = 4845 + 4200 + 6916 = 15961$ ſchon größer als die julianiſche Periode 7980. Demnach erhält T alle Mahl etliche julianiſche Perioden. Dividiret man alſo T durch 7980, ſo zeigt der Quotiente, wie viel julianiſche Perioden darin enthalten ſind, und der Reſt, wie viele Jahre in der laufenden Periode verfloſſen ſind.

Exempel. Im Jahre 1799 iſt der Sonnencykel = 16, die güldene Zahl = 14, der Römer Zinszahl = 2, und man findet

$$\begin{aligned} a.A &= 16.4845 = 77520 \\ b.B &= 14.4200 = 58800 \\ c.C &= \ \,2.6916 = 13832 \\ \hline \text{und } T &= 150152 \text{ dividiret} \\ \text{durch } 7980 & \\ \hline \end{aligned}$$

Anzahl der julian. Periode = 6512.

Wenn die Jahrzahl 1799 von der Zahl 6512 ſubtrahiret wird, ſo bleibt zum Reſte 4713. Es würden alſo im Jahre 4714 vor Chriſti Geburt der Sonnencykel, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl = 1 geweſen ſeyn, und daſelbſt die julianiſche Periode ihren Anfang genommen haben, wenn man ſich von jeher dieſer cykliſchen Rechnung bedienet hätte, und die Welt wirklich ſo alt wäre. Man kann daher auch ſehr leicht die Jahrzahl der laufenden julianiſchen Periode dadurch finden, daß man zur gegebenen Jahrzahl die Zahl 4713 addiret. Dividiret man hiernächſt die Summe durch 28, 19, 15, ſo zeigen die Reſte nach der Ordnung den Sonnencykel, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl.

Weiß man, in welchem Jahre der julianiſchen Periode die merkwürdigen politiſchen Aeren oder Epochen ihren Anfang genommen haben, ſo kann man dadurch ſehr leicht ein Jahr, welches nach einer fremden Jahrrechnung beſtimmt iſt,

iſt, in die uns bekanntere Jahrrechnung bringen, für beide Jahrrechnungen das julianiſche Jahr gebrauchet. Z. B. die alten Griechen ſetzten ihre Jahrrechnung mit der Einführung der olympiſchen Spiele feſt, welche alle 4 Jahre gehalten wurden, daher ſie dieſen Zeitraum von 4 Jahren eine Olympiade nannten. Ihr Anfang fällt in das 3938te Jahr der julianiſchen Periode. Weil nun 4714 — 3938 = 776, ſo fällt die Olympiadenaere 776 Jahre vor der chriſtlichen Zeitrechnung. Bey den alten Römern wurde die Erbauung der Stadt Rom als ihre Epoche feſtgeſetzet, und nach den Beſtimmungen des **Varro** fällt dieſes Jahr in das 3961 ſte Jahr der julianiſchen Periode; demnach 4714 — 3961 = 753 Jahre vor der chriſtlichen Aere u. ſ. f.

Periodiſcher Monath ſ. **Monath.**

Periodiſche Umlaufszeiten ſ. **Planeten.**

Perioeci ſ. **Nebenbewohner.**

Periſcii ſ. **Umſchattige.**

Perſpektiv (perſpectiua, perſpectiue) heißt diejenige Wiſſenſchaft, welche die Regeln zeiget, ſichtbare Gegenſtände ſo zu zeichnen, wie ſie dem Auge erſcheinen müßten, wenn es ſelbige durch eine durchſichtige Tafel betrachtete. Gewöhnlich wird die Perſpektiv als ein Theil der optiſchen Wiſſenſchaften angeſehen; ihre Geſetze beruhen aber ganz allein auf den Gründen der Optik, und es kömmt in ihr vorzüglich auf die Auflöſung eines ſehr allgemeinen Problems an. Ihre ausführliche Geſchichte findet man beym **Lambert** *) und auszugsweiſe von **Klügel** beym **Prieſtley** **).

Perſpektiv. Iſt ein gemeiner Nahme der kleinen Fernröhre, durch welche gewöhnlich die Gegenſtände gerade, nicht verkehrt, geſehen werden können, und folglich wahre holländiſche oder galileiſche Fernröhre ſind.

Perſpektiv, magiſches ſ. **Zauberperſpektiv.**

Perturbationen, Störungen des Planetenlaufs (perturbationes motuum caeleſtium ſ. planetarum, pertur-

*) Freye Perſpektiv. Zweyte Ausg. Zürich 1774. 8. II Theile.
**) Geſchichte der Optik. S. 75 u. f.

perturbations des mouvemens coeleſtes) ſind Abweichungen der Himmelskörper von ihren regelmäßigen elliptiſchen Bahnen, welche durch ihre gegenſeitigen Anziehungen verurſachet werden.

Schon in den älteſten Zeiten, als man den Lauf der Himmelskörper etwas genauer beobachtete, hat man ſelbigen unregelmäßig gefunden, und die am meiſten bemerkbaren Abweichungen von der Gleichförmigkeit, welche periodiſch wachſen und abnehmen, mit dem Nahmen der erſten, zweyten u. ſ. **Ungleichheit** beleget. Bey allen Weltſyſtemen, die man ſich von dem Laufe der Himmelskörper ausdachte, hat man beſtändig mit Rückſicht darauf genommen, dieſe Ungleichheiten zu erklären. Unter allen aber vermochte keines, außer das copernikaniſche Syſtem verbunden mit der kepleriſchen Theorie vom Planetenlaufe, die größt-mögliche Befriedigung davon zu geben. Gleichwohl aber bleiben immer noch ſehr viele Ungleichheiten, beſonders beym Laufe des Mondes zurück, die ganz unerklärbar blieben, und nach dieſer Zeit ſind von den Aſtronomen noch weit mehrere Ungleichheiten entdecket worden, welche die ältern Aſtronomen nicht kannten. Nachdem aber **Newton** ſeine Entdeckung von der allgemeinen Anziehung der Himmelskörper gegen einander bekannt machte, ſo wird auch ſelbſt dadurch ein ſehr großes Licht über den bisher beſtändig dunkel geweſenen Gegenſtand verbreitet. Nach **Newton's** Syſteme graviriren nämlich alle Himmelskörper gegen einander. Wären daher die Planeten ganz allein der Wirkung der Sonne unterworfen, ſo würden dieſe unläugbar nach den kepleriſchen Geſetzen regelmäßige elliptiſche Bahnen beſchreiben; allein da ſie auch gegen einander ſelbſt und auf gleiche Art gegen die Sonne graviriren, ſo müſſen nothwendig aus dieſen verſchiedenen Anziehungen Ungleichheiten in ihren elliptiſchen Bewegungen entſtehen, welche man durch Beobachtungen wahrgenommen hat, und welche nothwendig beſtimmt werden müſſen, um genaue Tafeln der Bewegungen der Planeten zu erhalten. **Newton's** Theo-

rie

rie zeiget alſo den wahren Grund nicht allein von dem ſo bewundernswürdigen Laufe der himmliſchen Körper, ſondern auch von allen Störungen in ſelbigen, welche man bisher entdecket hat. Zwar hat es die mathematiſche Analyſis, ſo große Fortſchritte ſie auch in den neuern Zeiten gemacht hat, noch nicht in ihrer Gewalt, die ſtrenge Auflöſung der Aufgabe von den Störungen der Himmelskörper gegen einander zu geben, daher wir uns bloß mit Näherung begnügen müſſen; allein es bleibt gar keinem Zweifel unterworfen, daß ſie ſowohl von den bisher bekannten Ungleichheiten der Planeten- und Kometenbahnen den wahren phyſiſchen Grund angibt, als auch die vielleicht in der Folge noch zu entdeckenden Ungleichheiten ihren Geſetzen unterwirft.

Selbſt **Newton** [α]) beſtimmte ſchon einen großen Theil dieſer Abweichungen, z. B. den Rückgang der Knoten, das Vorrücken der Nachtgleichen, das Wanken der Erdaxe, und die ſtärkſten Ungleichheiten des Mondes ſehr glücklich. Die übrigen Abweichungen war er freylich nicht im Stande zu erklären, weil die Analyſis damahliger Zeit noch nicht ſo weit entwickelt war, als zu dieſer Beſtimmung nothwendig erforderlich iſt. Selbſt beym Beſitze der Kunſtgriffe der Analyſe bleibt dieſe Sache noch ſo ſehr verwickelt, daß wir uns begnügen müſſen, aus der unendlichen Menge von Ungleichheiten, welchen die Planeten unterworfen ſind, die merklichſten abzuſondern, und ihre Werthe zu beſtimmen.

Die Theorie der Störungen, welche die Himmelskörper gegen einander vermöge ihrer gegenſeitigen Anziehungen verurſachen, haben **de la Lande** [β]) und in einem eigenen Lehrbuche **Couſin** [γ]) vorgetragen. Auch Herr **Klügel** [δ]) hat die allgemeinen Formeln, worauf ſich dieſe Lehre bringen läßt,

α) Princip. L. III. prop. 21 ſqq.
β) Aſtronomie liv. XXII.
γ) Introduction à l'étude de l'aſtronomie phyſique à Paris 1787.
δ) De perturbationibus corporum caeleſtium facilius et concinnius evolvendis; in commentat. ſociet. ſcient. Goetting. ad an. 1789. et 1790.

läßt, leichter und zur Anwendung geſchickter zu machen geſuchet. Auch Herr **la Place** hat in mehreren Abhandlungen *) dieſe Theorie aus einander geſetzet, und noch neuerlich in einem eigenen vortrefflichen Werke β) meiſterhaft vorgetragen. Aus dieſem Werke werde ich kurz das Nöthigſte hier mittheilen.

Es können die Störungen der elliptiſchen Bewegungen der Planeten in zwey Claſſen getheilet werden; die einen werden von den Elementen der elliptiſchen Bewegung verurſachet; dieſe wachſen ſehr langſam, und man hat ſie daher **ſeculare Ungleichheiten** genannt. Die andern ſind von den Stellungen der Planeten theils gegen einander, theils gegen ihre Knoten und ihre Sonnennähe abhängig, und finden ſich alle Mahl wieder ein, ſo oft dieſe Stellungen die nämlichen werden; man hat ſie **periodiſche Ungleichheiten** genannt, um ſie von den ſecularen Ungleichheiten zu unterſcheiden, welche zwar auch periodiſch ſind, aber deren viel längere Perioden von der gegenſeitigen Stellung der Planeten unabhängig ſind.

Die einfachſte Art, die verſchiedenen Störungen zu betrachten, beſteht darin, daß man ſich einen Planeten vorſtellet, welcher ſich den Geſetzen der elliptiſchen Bewegung gemäß in einer Ellipſe beweget, deren Elemente durch unmerkliche Grade ſich ändern, und daß man ſich zugleich vorſtellet, der wahre Planet mache um dieſen erdichteten Planeten Schwingungen in einer ſehr kleinen Bahn, deren Beſchaffenheit von ſeinen periodiſchen Ungleichheiten abhängt. Auf ſolche Art werden ſeine ſecularen Ungleichheiten durch die des erdichteten Planeten, und ſeine periodiſchen Ungleichheiten durch ſeine Bewegung um eben dieſen Planeten dargeſtellet.

Was

*) Théorie du mouvement et de la figure elliptique des planétes. à Paris 1784. théorie des attractions des ſphéroides et de la figure des planétes 1785; und in den Mémoir. de l'Acad. des ſcienc.

β) Darſtellung des Weltſyſtems aus dem Franzöſ. Frankf. am M. 1797. 8. Th. II.

Was die ſecularen Ungleichheiten betrifft, welche, indem ſie erſt mit Verlauf von Jahrhunderten bemerkbar ſind, die Länge, die Geſtalt und Lage aller Planetenbahnen ändern müſſen, ſo iſt die beträchtlichſte unter ihnen diejenige, welche auf die mittlere Bewegung der Planeten Einfluß haben kann. Durch Vergleichung der ſeit der Wiederherſtellung der Aſtronomie gemachten Beobachtungen ſcheint die Bewegung des Jupiters ſchneller, und die des Saturnus langſamer nach Vergleichung eben dieſer Beobachtungen mit den ältern. Hieraus haben die Aſtronomen geſchloſſen, daß die erſte dieſer Bewegungen von einem Jahrhunderte zum andern ſich beſchleunige, während die andere ſich vermindere; und, um auf dieſe Veränderungen Rückſicht zu nehmen, haben ſie in die Tafeln dieſer Planeten zwey ſeculare Gleichungen, welche wie die Quadrate der Zeiten wachſen, eingeführet, wovon die eine zur Bewegung des Jupiters addiret, die andere von der des Saturnus abgezogen werden muß. Die Urſache hiervon ſuchte man in der gegenſeitigen Wirkung dieſer zwey beträchtlichſten Planeten in unſerm Syſteme. **Euler**, welcher ſich damit zuerſt beſchäftigte, fand eine Seculargleichung, welche für dieſe beiden Planeten gleich iſt, und zu ihren mittleren Bewegungen addiret werden muß, welches den Beobachtungen widerſpricht. **La Grange** fand in der Folge genauere Reſultate, andere Geometer aber fanden andere Gleichungen. Bey dieſer Verſchiedenheit bemühete ſich Herr **la Place**, dieſen Gegenſtand durch Hülfe der Analyſe ſorgfältig zu entwickeln, und fand den wahren analytiſchen Ausdruck der ſecularen Ungleichheiten der mittleren Bewegungen der Planeten. Da er in demſelben die Zahlenwerthe für den Jupiter und Saturn an die gehörigen Stellen ſetzte, ſahe er mit Verwunderung, daß er auf Null gebracht wurde. Er vermuthete, daß dieß nicht bloß bey dieſen Planeten Statt fände, und dieſe ſeine Vermuthung wurde auch durch Rechnung vollkommen beſtätiget, ſo daß er daraus den Schluß ziehen konnte, daß überhaupt die mittleren Bewegungen

der Planeten, und ihre mittleren Entfernungen von der Sonne unveränderlich ſind, wenigſtens, wenn man die Biquadrate der Excentricitäten und der Neigungen der Bahnen und die Quadrate der ſtörenden Kräfte aus der Acht läßt. Seitdem iſt dieß Reſultat noch mehr von **la Grange** beſtätiget worden, indem er durch eine eigene Methode zeigte, daß es ſelbſt alsdann Statt finde, wenn man auch auf die gedachten Potenzen zugleich mit Rückſicht nimmt.

Es hängen alſo die beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen des Jupiters und Saturnus nicht von ihren secularen Ungleichheiten ab. Die Beſtändigkeit der mittleren Bewegungen der Planeten und der großen Axen ihrer Bahnen iſt eine der merkwürdigſten Erſcheinungen des Weltſyſtems. Alle andere elliptiſche Elemente der Planetenbahnen ſind veränderlich; dieſe Ellipſen nähern ſich der Figur des Kreiſes oder entfernen ſich von ihr, beides ganz unmerklich; ihre Neigungen gegen eine unbewegliche Ebene und gegen die Ekliptik wachſen oder nehmen ab, ihre Sonnennähen und ihre Knoten ſind in Bewegung. Dieſe durch die gegenſeitige Wirkung der Planeten verurſachten Veränderungen erfolgen ſo langſam, daß ſie mehreren Jahrhunderten hindurch ungefähr den Zeiten proportioniret ſind. Durch Beobachtungen ſind ſie jeßt bekannt worden. Die Urſache von der jährlichen Abnahme ihrer Neigung gegen den Aequator hat **Euler** zuerſt entwickelt, zu deren Hervorbringung jeßt alle Planeten durch die reſpektive Lage der Ebenen ihrer Bahnen zuſammenwirken. Vermöge der Attraktionstheorie ließen ſich die wahren Werthe der ſecularen Ungleichheiten angeben, wenn nur ihre Maſſen genau bekannt wären; denn die alten Beobachtungen ſind nicht genau genug, und die neuern ſind in zu enge Grenzen eingeſchloſſen, als daß man hiernach die Größe dieſer beträchtlichen Veränderungen beſtimmen könnte. Erſt in der Folge der Zeit werden dieſe Ungleichheiten mehr entwickelt werden können.

Hierbey

Hierbey entſtehen noch folgende wichtige Fragen. Sind die elliptiſchen Planetenbahnen immer ungefähr kreisförmig geweſen? Sind nicht einige Planeten urſprünglich Kometen geweſen, deren Bahnen vermöge der Anziehung anderer Planeten ſich nach und nach dem Kreiſe genähert haben? Wird die Abnahme der Schiefe der Ekliptik ſo lange fortfahren, bis die Ekliptik mit dem Aequator zuſammenfällt, welches eine beſtändige Gleichheit der Tage und Nächte auf der ganzen Erde zur Folge haben würde? Alle dieſe Fragen beantwortet die Analyſe auf eine befriedigende Art. Dem Herrn la Place iſt es gelungen zu beweiſen, daß, wie groß auch immer die Mäſſen der Planeten ſeyn mögen, ſchon vermöge des einzigen Umſtandes, daß ſie alle nach einerley Richtung, und in wenig excentriſchen und gegen einander wenig geneigten Bahnen ſich bewegen, ihre ſekulare Ungleichheiten periodiſch, und in gerade Grenzen eingeſchloſſen ſind, ſo daß das Planetenſyſtem bloß um einen gewiſſen mittleren Zuſtand Schwingungen macht, wovon es ſich nie weiter als um eine ſehr geringe Größe entfernet. Es ſind alſo die elliptiſchen Planetenbahnen immer beynahe kreisförmig geweſen, und werden es immer ſeyn, woraus folget, daß kein Planet urſprünglich ein Komet geweſen iſt, wenigſtens wenn man bloß auf die gegenſeitige Wirkung des Planetenſyſtems Rückſicht nimmt. Auch wird die Ekliptik nie mit dem Aequator zuſammenfallen, und die ganze Größe der Veränderung ihrer Neigung kann nicht viel über einen Grad ſteigen.

Nachdem la Place die Unveränderlichkeit der mittleren Bewegungen der Planeten erkannt hatte, ſo vermuthete er, die beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen des Jupiters und des Saturnus dürften von der Wirkung der Kometen herrühren; allein nach genauer Unterſuchung fand er die Hypotheſe von jeder fremden Einwirkung unzureichend, indem ihm der Gang der beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen dieſer beiden Planeten mit ihrer gegenſeitigen Attraction vollkommen übereinſtimmten. Er

fand, daß die Bewegungen des Jupiters und des Saturnus ſehr nahe commenſurabel ſind, und die mittlere Bewegung des Saturnus fünf Mahl genommen dem doppelten von der des Jupiters ſehr nahe gleich iſt. Daraus ſchloß er, daß die Stücken, welche zum Argument haben das Fünffache der mittleren Länge des Saturnus weniger dem Doppelten von der des Jupiters, durch die Integration ſehr merklich werden könnten, ungeachtet ſie durch die Würfel und Producte von drey Dimenſionen der Excentricitäten und der Neigungen der Bahnen multipliciret wären. Er betrachtete daher dieſe Stücke als eine ſehr wahrſcheinliche Urſache der beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen dieſer Planeten. Durch mühſame Rechnungen beſtätigte ſich dieſe ſeine Vermuthung aufs vollkommenſte. Das Reſultat davon war endlich folgendes: 1) daß in der Theorie des Saturnus eine große Ungleichheit vorhanden ſey, die in ihrem Maximum 9024″, 7 (nach der neuern Eintheilung) beträgt, und eine Periode von $917\frac{3}{4}$ Jahren hat; 2) daß die Bewegung des Jupiters einer übereinſtimmenden Ungleichheit unterworfen ſey, deren Geſetz und Periode die nämlichen ſind, die aber, da ſie ein entgegengeſetztes Zeichen führet, ſich nicht höher als auf 3856″, 5 beläuft.

Bey den periodiſchen Ungleichheiten kömmt es vorzüglich auf die berühmte Aufgabe von **drey Körpern** an, welche die Geſetze unterſuchet, nach welchen ſich drey gegenſeitig anziehende Körper bewegen, wenn entweder 1) zwey von ihnen um den dritten, oder 2) einer von ihnen um den zweyten und dieſe beide zugleich um den dritten laufen. Allein die ſtrenge Auflöſung dieſer Aufgabe überſteiget die Kräfte der Analyſe. So ſehr ſich auch die Herrn **Euler**, **Clairaut** und **d'Alembert** Mühe gegeben haben, dieſe Aufgabe aufzulöſen, ſo ſind doch ihre Bemühungen, beſonders für den Mond, fruchtlos geweſen. Sie fanden übereinſtimmend die Bewegung des Mondes in der Erdnähe um die Hälfte kleiner, als nach den Beobachtungen.

Der

Der Mond wird zugleich von der Sonne und der Erde angezogen, aber ſeine Bewegung wird nur durch den Unterſchied der Wirkungen der Sonne auf dieſe beiden Körper geſtöret. Könnte man die Sonne als unendlich entfernet annehmen, wie die übrigen Fixſterne, ſo wirkte ſie auf beide auf gleiche Art und nach parallelen Richtungen; ihre relative Bewegung würde alſo durch dieſe beiden gemeinſchaftlichen Wirkungen nicht geſtört. Allein ihre Entfernung kann, ungeachtet ſie in Vergleichung mit der des Mondes ſehr groß iſt, doch nicht für unendlich angenommen werden. Der Mond iſt wechſelsweiſe näher bey der Sonne, oder weiter von ihr entfernet, als die Erde, und die gerade Linie, welche ſeinen Mittelpunkt mit dem der Sonne verbindet, macht mit dem Radius Vektor der Erde mehr oder minder ſtumpfe Winkel. Es wirkt alſo die Sonne auf ungleiche Art, und nach verſchiedenen Richtungen auf die Erde und den Mond, und aus dieſer Verſchiedenheit der Wirkungen müſſen in der Bewegung des Mondes Ungleichheiten entſtehen, welche von den reſpektiven Stellungen des Mondes und der Sonne abhängen. Die Analyſe lehret, daß die Theorie der allgemeinen Anziehung nicht allein die drey großen Ungleichheiten, welche man mit den Nahmen **Evection**, **Variation** und **Jahresgleichung** beleget hat, und welche ſchon den alten Aſtronomen bekannt waren, aufs vollkommenſte erkläret, ſondern daß ſie auch noch eine große Anzahl anderer weniger beträchtlicher bekannt gemacht habe, welche durch bloße Beobachtungen zu entdecken und feſtzuſetzen beynahe unmöglich geweſen wäre. Je mehr dieſe Theorie vervollkommnet wurde, deſto mehr Genauigkeit erhielten die aſtronomiſchen Tafeln, welches der größte Triumph für **Newtons** Syſtem iſt. Bey den Zuſammenkünften des Mondes mit der Sonne iſt der Mond ihr näher, als die Erde, und leidet eine beträchtliche Einwirkung von ihr. Der Unterſchied der Anziehung der Sonne gegen dieſe zwey Körper geht folglich alsdann auf die Verminderung der Schwere des Mondes gegen die Erde. In den Oppoſitionen hingegen iſt der Mond von der Sonne wei-

ter entfernet, und wird von ihr ſchwächer angezogen; der Unterſchied der Wirkungen der Sonne geht folglich noch auf die Verminderung der Schwere des Mondes. In dieſen beiden Fällen iſt die Verminderung ſehr nahe die nämliche und dem doppelten Produkte aus der Maſſe der Sonne in den Quotienten des Halbmeſſers der Mondbahn, dividiret durch den Würfel der Entfernung der Sonne von der Erde, gleich. In den Quadraturen geht die nach der Richtung des Halbmeſſers der Mondbahn zerlegte Wirkung der Sonne auf den Mond, auf die Vermehrung der Schwere des Mondes gegen die Erde; aber die Zunahme ſeiner Schwere beträgt nur die Hälfte von der Verminderung, die er in den Syzygien leidet. Auf ſolche Art entſtehet aus allen Wirkungen der Sonne auf den Mond während ſeines ſynodiſchen Umlaufs eine mittlere nach dem Radius Vektor des Mondes gerichtete Kraft, welche die Schwere dieſes Trabanten vermindert, und der Hälfte des Produktes der Maſſe der Sonne in den Quotienten des Halbmeſſers der Mondsbahn, dividiret durch den Würfel der Entfernung der Sonne von der Erde, gleich iſt.

Um das Verhältniß dieſes Produktes zu der Schwere des Mondes zu erhalten, iſt zu bemerken, daß dieſe Schwere, welche ihn in ſeiner Bahn erhält, der Summe der Maſſen der Erde und des Mondes, dividiret durch das Quadrat ihrer Entfernung von einander, die Kraft aber, welche die Erde in ihrer Bahn erhält, der Maſſe der Sonne, dividiret durch das Quadrat ihres Abſtandes von der Erde, ſehr nahe gleich iſt. Nun verhalten ſich dieſe zwey Kräfte wie die Halbmeſſer der Bahnen der Sonne und des Mondes, dividiret durch die Quadrate der Umlaufszeiten dieſer Geſtirne (m. ſ. **Centralkräfte Th. I. S. 541.**); folglich verhält ſich das vorige Produkt zur Schwere des Mondes, wie das Quadrat der ſideriſchen Umlaufszeit der Erde; dieſes Produkt beträgt alſo ſehr nahe $\frac{1}{179}$ der Schwere des Mondes, welche mithin durch die mittlere Wirkung des Mondes um ihren 358ten Theil vermindert wird. Vermöge dieſer Verminderung erhält ſich der Mond in einer größern Entfernung von der Erde,

als wenn er der ganzen Wirkung ihrer Schwere überlaſſen wäre. Der durch ſeinen Radius Vektor um die Erde beſchriebene Sektor wird dadurch nicht verändert, weil die Kraft, die ſie bewirkt, nach dieſem Radius gerichtet iſt. Aber die wirkliche Geſchwindigkeit und Winkelbewegung dieſes Geſtirnes werden vermindert, und es iſt leicht zu ſehen, daß wenn man den Mond ſo weit entfernet, daß ſeine Centrifugalkraft ſeiner durch die Wirkung der Sonne verminderten Schwere gleich iſt, und ſein Radius Vektor den nämlichen Sektor beſchreibet, den er ohne dieſe Wirkung beſchrieben hätte, dieſer Radius um $\frac{1}{358}$ vermehret, und die Winkelbewegung um $\frac{1}{179}$ vermehret werden.

Dieſe Größen ändern ſich im umgekehrten Verhältniſſe der Würfel der Entfernungen der Sonne von der Erde. Wenn die Sonne in die Erdnähe kommt, ſo erweitert ihre nun ſtärker gewordene Wirkung die Mondsbahn; aber dieſe Mondsbahn zieht ſich in eben dem Maße zuſammen, als die Sonne ihrer Erdferne entgegenrückt. Der Mond beſchreibt alſo im Weltraume eine Reihe von Epicykloiden, deren Mittelpunkte in der Erdbahn liegen, und die ſich erweitern oder zuſammenziehen, je nachdem die Erde der Sonne ſich nähert, oder ſich von ihr entfernet. Daraus entſtehet in der Mondsbewegung eine der Mittelpunktsgleichung der Sonne ähnliche Gleichung mit dem Unterſchiede, daß ſie dieſe Bewegung vermindert, wenn die der Sonne zunimmt, und daß ſie ſolche beſchleuniget, wenn die Bewegung der Sonne abnimmt, ſo daß dieſe beiden Gleichungen ein entgegengeſetztes Zeichen führen.

Die Winkelbewegung der Sonne verhält ſich umgekehrt wie das Quadrat ihrer Entfernung; da nun in der Erdnähe dieſe Entfernung um $\frac{1}{60}$ kleiner iſt, als ihre mittlere Größe, ſo wird die Winkelgeſchwindigkeit um $\frac{1}{60}$ vermehret; die durch die Wirkung der Sonne in der Mondsbewegung bewirkte Verminderung um $\frac{1}{179}$ iſt alsdann um $\frac{1}{20}$ größer; die Zunahme dieſer Verminderung beträgt alſo alsdann den 3580ten Theil dieſer Bewegung. Daraus folgt, daß die Mittelpunktsgleichung der Sonne zur Jahresgleichung des

Mondes ſich verhält, wie $\frac{1}{20}$ der Sonnenbewegung zu $\frac{1}{3380}$ der Mondsbewegung.

Eine der Jahresgleichung ähnliche Urſache verurſachet die ſeculare Gleichung des Mondes. Sie rührt nämlich von der Wirkung der Sonne auf dieſen Trabanten in Verbindung mit der Veränderung der Excentricität der Erdbahn her. Herr **la Place** hat dieſe ſeculare Gleichung 34″, 337 (nach der neuen Eintheilung) gefunden. Uebrigens iſt ſie wie die Veränderungen der Excentricität der Erdbahn, periodiſch, und kömmt, wie dieſe, erſt nach Millionen Jahren wieder.

Die Bewegung der Mondsknoten und der Erdnähe ſind hingegen beträchtlich. M. ſ. **Knoten**. Auch hängt die mittlere Wirkung der Sonne auf den Mond noch von der Neigung der Mondsbahn gegen die Ekliptik ab, und man könnte glauben, daß, weil die Lage der Ekliptik veränderlich iſt, daraus in der Mondsbewegung Ungleichheiten entſtehen müßten. Allein die Mondsbahn wird ohne Unterlaß durch die Wirkung der Sonne zu einerley Neigung gegen die Erdbahn zurückgebracht, ſo daß die größten und kleinſten Abweichungen des Mondes, vermöge der Veränderungen der Schiefe der Ekliptik, den nämlichen Veränderungen, wie die Abweichungen der Sonne, unterworfen ſind.

Endlich hat Herr **la Place** die Ungleichheiten, welche in dem Laufe der Jupitersmonden durch ihre gegenſeitige Wirkung auf einander entſtehen, auf eine allgemeine Theorie gebracht, nach welcher **de Lambre** ſehr genaue Tafeln der Jupitersmonden berechnet hat. M. ſ. **Nebenplaneten**.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der Aſtronomie §. 284 u. f. **la Place** Darſtellung des Weltſyſtems a. d. Franzöſ. überſ. Frankf. am M. 1797. 8. Th. II.

Petrefakten, Verſteinerungen, verſteinerte Körper (petrefacta, petrificata, pétrifications). Dieſen Nahmen führen abgeſtorbene organiſirte Körper, welche mit fremden Erdarten durchdrungen, und dadurch verhärtet ſind. Dergleichen organiſirte Körper, welche nothwendig in

in der Erde durch eine günſtige Lage entweder ganz oder zum Theil ihre Bildung müſſen behalten haben, ſind von fünferley Art. Einige ſind bloß **calciniret**, oder locker, zerreiblich geworden, wie verſchiedene Thierknochen, Conchylien u. ſ. f. welche ſich in Berghöhlen oder in lockern mergelartigen Erdlagern finden. Die **wahren** oder **vollkommenen Verſteinerungen** hingegen haben die völlige Steinhärte erhalten, und finden ſich in Menge im Kalkgeſtein oder in Flözgebirgen. Eine dritte Art enthalten durchzogene oder angeflogene metalliſche Stoffe, wie z. B. die Conchylien und Fiſche mit Schwefelkies in den Thonſchiefern und lettigen Thonlagern. Die vierte Art machen die **Steinkerne** (mulcec) aus, oder innere Abgüſſe aus Höhlungen von Muſcheln, und Schnecken, welche ſich aus Steinmaſſe in der Schale geformet haben, wovon aber die Form verloren gegangen iſt, wie die meiſten Ammoniten u. dergl. Die fünfte Art machen die Abdrücke der Conchylien und Pflanzen auf der Oberfläche der ſo genannten **Spurenſteine** aus, wie z. B. die Pflanzenſchiefer u. dergl.

Die Verſteinerungen überhaupt, welche man faſt überall, ſowohl auf den Gipfeln vieler Berge, als einige hundert Toiſen unter der Meeresfläche im Innern der Erde antrifft, verdienen allerdings die Aufmerkſamkeit des Naturforſchers, indem ſie in Rückſicht der Geſchichte der Erde von ungemeiner Wichtigkeit ſind.

Man findet dergleichen Verſteinerungen weder im Granit, noch im Porphyr, weder im Gneis noch in einer andern Steinart der urſprünglichen Gebirge; auch kommen ſolche Produkte nur ſelten in ſehr hoch liegenden Gebirgen von zweyter Entſtehung vor, und es gibt ſelbſt Gebirge von dieſer Art, welche gar keine Ueberreſte hiervon enthalten. Jedoch trifft man in den meiſten Gebirgen von der zweyten Entſtehung, auch wenn ſie ſehr hoch ſind, ſolche Rückbleibſel von Thieren. So benachrichtiget **le Gentil** *), daß ihm **Don Ulloa** verſichert habe, daß es in einem Kalkberge

*) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris 1771. p. 280.

berge der Cordillerien in Peru, der 2337 Toiſen über die Meeresfläche erhaben ſey, und ſo auch in andern Bergen von 2222 Toiſen Höhe, verſteinerte Muſchelſchalen gebe. In den weniger hohen Gebirgen von zweyter Entſtehung aber und beſonders in den Erdlagen, welche Gebirge von dritter Entſtehung genannt werden, kommen die verſteinerten Produkte in weit größerer Menge vor. Herr **Donati** α) verſichert ſogar, daß der ganze Boden des adriatiſchen Meeres, und ein Theil der Steinlagen, welche die Ufer deſſelben bilden, faſt einzig und allein aus Sterncorallen beſtehen.

Eine beſonders auffallende Erſcheinung iſt, daß man faſt in allen nördlichen Gegenden der alten Welt Ueberreſte von verſteinten Pflanzen und Thieren antrifft, welche heut zutage nur in ſehr heißen Himmelsſtrichen leben können. So trifft man in Sibirien ſehr häufig auf Knochen von Elephanten und dergleichen von Naßhörnern. Von den erſtern finden ſich noch viele Zähne, die ſich ſo gut erhalten haben, daß ſie wie friſches Elfenbein verarbeitet werden. Auch hat man dergleichen Ueberbleibſel von Elephanten und Naßhörnern in Deutſchland, England, Frankreich und Italien angetroffen. Von Italien bezeugen es **Tozzeti**, **Dolomieu**, **Galeato**, **Corrazi**, **Mearini**, **Muzzio**, u. a. m. In Deutſchland hat man dergleichen bey Burg-Tonna im Gothaiſchen, in der Baumannshöhle u. ſ. gefunden β). Auch hat man eine Art von Bärenknochen in der ſcharzfelder Höhle und in der Gailenreuther am Fichtelberge angetroffen γ). In Nordamerika an den Ufern des Ohio findet man Knochen von außerordentlicher Größe einer bis jetzt unbekannten Elephantenart.

Von Fiſchen der ſüßen Wäſſer enthalten Abdrücke die mansfelder Thonſchiefer und öninger Stinkſchiefer, von

See-

α) Geſchichte des adriatiſchen Meeres.

β) Lettres ſur les os foſſiles d'élephans et de rhinoceros, qui ſe trouvent en Allemagne. Darmſt. 1782. von Merk.

γ) Espers Nachricht von neu entdeckten Zoolithen und unbekannten vierfüßigen Thieren. Nürnb. 1774. Fol.

Seefiſchen die glarner Thonſchiefer und pappenheimer Kalkſchiefer. Auch beſitzet Herr **Merk** einen verſteinerten Crocodillkopf, welcher bey Nürnberg ausgegraben ſeyn ſoll. Uebrigens gibt es in den ſüdlichen Gegenden noch viele andere Fiſche, von welchen in nördlichen Gegenden Verſteinerungen vorkommen.

Was die Schalthiere anbetrifft, ſo findet man dergleichen verſteinert in unſern feſten Ländern in ungeheuerer Menge, welche jetzt nur in entferntern Meeren leben; ja es gibt unter den vorgefundenen Verſteinerungen mehrere Arten, die man jetzt nirgends mehr lebend findet, wie z. B. von den Ammonshörnern, von den Orthoceratiten, von den ſo genannten Luchsſteinen und Judenſteinen oder verſteinerten Seeigelſtacheln, auch von den Gryphiten und mehrere Arten der Seeigelverſteinerungen.

Auch die meiſten Pflanzen, welche man im Mineralreiche findet, ſind dem einſtimmigen Urtheile aller Naturforſcher zufolge, ausländiſch. **Hugo** und **Woodward** haben bewieſen, daß die meiſten Pflanzen, von welchen man in den erdharzigen Schiefern, die in England gegraben werden, Abdrücke findet, aus entferntern Ländern abſtammen, und **Mill** und **Leibnitz** haben, in Rückſicht auf die Pflanzenabdrücke in Schiefern, die in Sachſen und überhaupt in verſchiedenen Gegenden Deutſchlandes vorkommen, dieſe Behauptung beſtätiget. Die Hölzer (ligna foſſilia) ſind entweder Holzkohlen und noch völlig brennbar, oder metalliſiret, und nur inwendig verkohlt, oder endlich vollkommen verſteinerte Hölzer.

In Rückſicht auf die Geſchichte der Erde laſſen ſich die Verſteinerungen auf zwey Claſſen bringen, wovon die erſte die Ueberbleibſel unbekannter Originale der Vorwelt enthält, die meiſtentheils in den Flötzgebirgen in der ungeſtörteſten ruhigen Lage gefunden werden, wie die Ammoniten, Belemniten u. ſ. f. und faſt lauter Seethiere ſind. Die andere Claſſe begreift die von bekannten Originalen, und läßt ſich wieder in ſolche theilen, deren Originale nur in weit entfernten

ten Erdſtrichen gefunden werden, und ſolche, deren Originale noch in eben der Gegend vorhanden ſind.

Die Folgen, welche ſich hieraus auf die allmählige Bildung der Erde ziehen laſſen, ſ. m. die Artikel, **Erdkugel, Berge.**

Anleitungen zur Verſteinerungskunde findet man außer den Lehrbüchern der Naturgeſchichte, beym **Bourguet** [α]) und **Walch** [β]). Von der Art ihrer Entſtehung ſ. m. den Artikel, **Verſteinerungen.**

M. ſ. **de la Metherie** Theorie der Erde. Leipz. 1797. B. II. S. 92 u. ſ.

Pflanzen, Vegetabilien, Gewächſe (vegetabilia, corpora regni vegetabilis, plantae, végéteaux, plantes) heißen diejenigen organiſirten Körper, welchen man zwar Leben, aber keine Empfindung und willkürliche Bewegung beyleget.

Es gibt Pflanzen, bey welchen ſich die Wurzel in einen Stamm, Stengel oder Halm verlängert, welcher ſich wieder in Aeſte und Zweige vertheilet, an denen die Blätter ſitzen; bey andern hingegen verbreiten ſich die Blätter gleich an der Wurzel über der Erdfläche. Alle dieſe Theile haben einerley Bau; man findet nämlich an ſelbigen eine Oberhaut, eine Rinde, einen holzigen Theil und in der Mitte das Mark; ſie dienen zum Wachsthum und Ernährung der Pflanzen, ob es uns gleich dabey unbekannt iſt, durch welchen Mechanismus die Pflanzen die zu ihrer Nahrung dienenden Grundſtoffe zubereiten. In den kältern Climaten höret zur Zeit des Winters die Bewegung des Nahrungsſaftes auf, die Blätter fallen ab, und die Pflanzen ſchlafen. Auch gibt es gewiſſe Pflanzen, die täglich zu beſtimmten Stunden ſchlafen; andere hingegen zeigen Reizbarkeit, wenn ſie durch irgend etwas berühret werden, oder auch andere Bewegungen, aber nie willkürliche.

Die

α) Traité des pétrifications à Paris 1742. 4. ib. 1778. 8.

β) Naturgeſchichte der Verſteinerungen. Nürnberg 1768 u. f. IV. Band in Fol.

Die Fortpflanzung der vegetabiliſchen Körper geſchiehet auf mannigfaltige Art, theils durch bloßes Einſetzen der Stengel oder Zweige, durch Ablegen und Abſenken, theils durchs Oculiren und Pfropfen, und bey den Zwiebelgewächſen beſonders durchs Fortpflanzen der von einander geſonderten Zwiebeln; am gewöhnlichſten aber durch die Blüthe, bey welcher ſich die ſo genannten **Staubwege** und **Staubfäden** als Befruchtungswerkzeuge befinden. Gewöhnlich haben die Staubfäden an ihren Enden **Staubbeutel**, welche den Blumenſtaub enthalten; die Staubwege hingegen enthalten den Fruchtknoten mit den noch unbefruchteten Samenkörnern; ſobald aber der Blumenſtaub der Staubbeutel in die Narben der Staubwege fällt, ſo erfolget auch eine Befruchtung der Samenkörner, und es iſt leicht zu begreifen, daß die ſtärkſte Befruchtung bey der verhältnißmäßigen Menge von Samenſtaub, der auf die Narbe fällt, vor ſich gehen müſſe. In dem zu wenig vorhanden geweſenen Samenſtaube liegt daher oft der Grund, daß die Samenkörner klein und unvollkommen ſind. Aus dieſer Urſache bedienen ſich verſchiedene Blumenfreunde des Kunſtgriffes, die Narben der Staubwege einer vollkommenen Blüthe in den Mittagsſtunden mit dem Staubbeutel zu bepudern, um dadurch die größtmöglich vollkommenſten Samenkörner zu gewinnen. Wenn eine ſolche Befruchtung vor ſich gegangen iſt, ſo fängt auch gemeiniglich die Blüthe welk zu werden an, die übrigen Theile fallen ab, und der Fruchtknoten wird nach und nach bis zur völligen Reiſe der darin enthaltenen Samenkörner immer größer. Dieſe Samenkörner treiben in der Erde neue Wurzeln, Stengel und Blätter, und bringen auf dieſe Art eine neue Pflanze von eben der Art hervor. Nach der Entdeckung des Herrn D. **Hedwigs** iſt die Fortpflanzung und Geſtalt der Befruchtungswerkzeuge bey den Mooſen der gewöhnlichen ſehr ähnlich, bey den Aftermooſen aber, wie bey den Pilzen, Trüffeln u. ſ. w. noch nicht genau genug unterſuchet.

Die Lebensdauer der verſchiedenen Pflanzen iſt gar ſehr verſchieden; einige, wie z. B. die Eichen, können Jahrhun-

derte dauern, da hingegen andere von ſehr kurzer Dauer ſind, und alsdann abſterben. Gewöhnlich theilt man die Pflanzen ein in **perennirende** und **Sommergewächſe**, die letztern ſterben mit dem Ende ihres erſten Sommers ab.

Der erſte, welcher das Pflanzenreich mit glücklichem Erfolge unter ein Syſtem brachte, war der Ritter Linné, welchem auch die meiſten Naturhiſtoriker, wiewohl hier und da mit einigen Abänderungen gefolget ſind. Unter andern findet man die Botanik nach dieſem Syſteme von **Suckow** und **Batſch** vorgetragen.

Die chemiſche Zergliederung der Pflanzen zeiget, daß ihre nähern Beſtandtheile, welche als ſolche in ihnen präexiſtiren, und bis jetzt bekannt und entdeckt ſind, folgende ſind: 1) **Pflanzenſchleim** oder **Gummi**, welcher ſich im Waſſer auflöſen läßt, getrocknet aber einen durchſichtigen, geruchloſen, unſchmackhaften und in der Wärme nicht zergehenden zähen Körper vorſtellet; 2) **Harz**, das ſich im Waſſer nicht, wohl aber im Weingeiſte und Oelen auflöſen läßt, und in der Wärme zergehet. M. ſ. **Harze.** 3) **Kleber**, welcher aus dem Mehle verſchiedener Körner, Wurzeln und andern Theilen durch Zuſammenkneten und Abwaſchen mit kaltem Waſſer erhalten wird, und welcher ein vorzüglich nährender Theil für den thieriſchen Körper iſt; 4) der **ſtärkeartige Theil**, welchen man aus dem zum Abwaſchen des Mehls gebrauchten Waſſer, indem es ruhig ſtehet, gewinnet, und welcher gewiſſermaßen einem Pflanzenſchleime gleichet; 5) die **weſentlichen Pflanzenſalze** welche ſich in **ſüße** und **ſaure** abtheilen laſſen; die letztern laſſen ſich ziemlich auf eine einzige vegetabiliſche Säure bringen, welche mit vegetabiliſch-alkaliniſchen Grundtheilen Neutralſalze z. B. Sauerkleeſalz, Weinſtein u. ſ. f. bildet; auch die ſüßen Salze halten die nämlichen Beſtandtheile wie die ſauren, nur in ganz andern Verhältniſſen; 6) die **eyweißartige Materie**, welche wahrſcheinlich nebſt dem Kleber den Stoff zur Bildung der feſten Theile der Pflanzen abgibt; 7) der **zuſammenziehende Stoff**, welcher

die

die Auflöſung des Eiſens in Säuren ſchwarz niederſchläget, und vorzüglich am meiſten in den Galläpfeln angetroffen wird; 8) das fette und ätherische Oel. M. ſ. Oel. 9) Kampher. M. ſ. Kampherſäure. 10) der ſcharfe Stoff, welcher mehreren Pflanzen eigen iſt, und eine betäubende Wirkung äußert; 11) das fadige Gewebe, welches ſich verkohlen und einäſchern läßt und gleichſam das Skelet der Pflanze vorſtellet.

Wenn friſche und ſaftige Körper aus dem Pflanzenreiche einer mäßigen Hitze ausgeſetzet werden, ſo werden ſie dabey ausgetrocknet und gedörrt; in einer größern Hitze aber, welche bis zum Glühen gehet, wird ein dicker Rauch aus ihnen getrieben, welcher die Körper, an die er ſchlägt, mit dem ſo genannten Ruß überziehet; wird endlich die Hitze noch weiter getrieben, ſo geht der Rauch in eine Flamme über, und die Pflanzenkörper verbrennen ganz, da alsdann der bloße feuerbeſtändige Theil, oder die Aſche zurückbleibt, welche noch ein eigenthümliches Salz enthält. Unterwirſt man hingegen die Pflanzentheile einer trockenen Deſtillation, in verſchloſſenen Gefäßen, ſo entwickeln ſich aus ſelbigen Gasarten, und es geht zuerſt ein weſentliches Waſſer und bey verſtärktem Feuer das empyrevmatiſche Oel über. M. ſ. Oele.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme ſind die Beſtandtheile aller und jeder Pflanzen und aller ihrer nähern Beſtandtheile Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, wozu die Phlogiſtiker noch Brennſtoff ſetzen. Nur in einigen nähern Beſtandtheilen macht noch der Stickſtoff einen weſentlichen Grundſtoff aus.

Viele Antiphlogiſtiker behaupten, daß das Wachsthum der Pflanzen eine Zerſetzung der Kohlenſäure bewirke, wobey der Kohlenſtoff in der Pflanze zurückbleibe, und zur Erzeugung von Oelen, Harzen u. ſ. f. verwendet, der Sauerſtoff aber durch den Einfluß der Wärme, als Lebensluft von der Pflanze ausgehauchet werde. Dieſe Behauptung iſt

beſonders von **Senebier** in mehreren Schriften *) vertheidiget, und zugleich mit Verſuchen unterſtützet. Die Antiphlogiſtiker ſuchen hieraus zu erklären, wo die große Menge vom kohlenſauren Gas bleibe, welches durchs Verbrennen, durchs Athmen der Thiere, durch Gährung u. ſ. f. erzeuget werde. Es ſollen nämlich die Pflanzen daſſelbe durch das Wachsthum zerlegen, wobey der größte Theil des entwickelten Sauerſtoffes in die Atmoſphäre zurückgehe.

Bringt man unter eine mit deſtillirtem Waſſer, unter eine mit gemeinem Waſſer, und unter eine mit kohlengeſäuertem Waſſer angefüllte Glocke Pflanzen, und ſetzt ſie dem Sonnenlichte aus, ſo werden diejenigen welche mit deſtillirtem Waſſer bedecket ſind, gar keine Lebensluft geben, die mit gemeinem Waſſer ſehr wenig; diejenigen aber, welche mit dem kohlengeſäuerten Waſſer bedeckt ſind, liefern ſie in großer Menge. Wird das kohlengeſäuerte Waſſer immer wieder zur Entwickelung des Sauerſtoffgas aus den Pflanzen gebrauchet, ſo verlieret es nach und nach ſein Vermögen, und erhält die Natur des abgekochten Waſſers. Blätter, welche vermittelſt einer guten Luftpumpe von ihrer Luft ſind befreyet worden, geben unter einer mit kohlengeſäuertem Waſſer angefüllten Glocke im Sonnenſcheine noch 16 Mahl ſo viel Sauerſtoffgas, als vorher die Luftpumpe Luft daraus gezogen hatte.

Herr D. **Ingenhouß** hat dagegen durch eine zahlreiche Menge genauer Verſuche dargethan β), daß alle Pflanzen des Nachts eine irreſpirable Luft aushauchen, nämlich Stickgas und kohlengeſäuertes Gas. Dieß ſcheint alſo gegen die Behauptung des Herrn **Senebier** vielmehr eine Entwickelung

*) Recherches ſur l'influence de la lumière ſolaire pour metamorphoſer l'air fixe au air pur par la végétation à Geneve, 1782. 8. Nouvelles expériences ſur l'action de la lumière ſolaire pour la végétation, à Geneve, 1788. 8. Phyſiologie végétale; in der encyclopédie méthodique 1791.

β) Verſuche mit Pflanzen u. ſ. a. d. Franz. von J. A. Scherer verb. Aufl. Th I–III. Wien, 1786–1790. gr. 8. Einige Beobacht. über die Kraft des mit fixer Luft angeſchwängerten Waſſers u. ſ. w. in Ingenhouß vermiſchten Schriften B. II. S. 391 f.

lung oder wenigſtens eine unveränderte Zurückſendung, als eine Zerſetzung des kohlengeſäuerten Gas anzuzeigen. Herr **Senebier** iſt aber der Meinung, daß die Blätter geſunder und ungeſtört wachſender Pflanzen des Nachts und im Dunkeln gar kein Gas ausſtrömen [a]). Die Verſuche des Herrn D. **Ingenhouß** beweiſen ferner noch, daß die Pflanzen zur Entwickelung des Sauerſtoffgas während ihres Wachsthums im Sonnenlichte gar kein kohlengeſäuertes Gas, weder im Waſſer, noch in der umgebenden Atmoſphäre nöthig haben, und es iſt folglich die Erzeugung der Lebensluft nicht ausſchließend der Kohlenſäure zu zuſchreiben; inzwiſchen iſt doch auch die Thatſache ſelbſt nicht zu bezweifeln, daß die Gewächſe wirklich die Kraft beſitzen, welche ihnen Herr **Senebier** beyleget, durch die Wirkung des Sonnenlichtes das mit dem Waſſer oder aus der Luft eingeſogene kohlenſaure Gas zu zerſetzen, und in Lebensluft umzuändern.

Auch Herr **Haſſenfratz** [b]) hat gegen die Zerſetzung der Kohlenſäure durch das Wachsthum der Pflanzen erhebliche und durch Verſuche unterſtützte Einwendungen gemacht. Diejenigen Pflanzen, welche er im kohlengeſäuerten Waſſer aufgezogen hatte, gaben ihm bey der Zerlegung nicht mehr Kohlenſtoff, als die andern. Auch meinet er, daß bey einer ſolchen Operation, welche als der umgekehrte Proceß des Verbrennens der Kohle im Sauerſtoffgas zu betrachten ſey, ſehr viel freyer Wärmeſtoff gebunden, und daher Kälte erzeuget werde; da doch nach mehreren Beobachtungen das Wachsthum eine den Pflanzen eigene Wärme hervorbringen ſolle. Ja es müſſe endlich die Luft unter der Glocke, wie durch das Wachsthum der Pflanze das kohlenſaure Gas zerſetzet wird, am Volumen zunehmen, und durch das abgeſchiedene Oxygen an Heilſamkeit zunehmen, wovon er aber bey ſeinen länger als einen Monath fortgeſetzten Beobachtungen nicht das ge-

a) Lettre de Mſr. *Senebier* à Mſr. *Ingenhouſz*; in des letztern vermiſchten Schriften B. II. S. 477 f. remarques de Mſr. *Ingenhouſz* ſur la lettre précédente. Ebend. S. 481 f.

b) Sur la nutration de végéteaux ſec. mem. in den annal. de chimie, Tom. XIII. p. 318 etc.

geringſte wahrgenommen hatte. Er glaubt daher, daß keines Weges das kohlenſaure Gas, wohl aber das Waſſer zerſetzet werde.

Herr Senebier α) ſucht alle dieſe Einwürfe dadurch zu heben, daß er ſagt, es ſey die Menge von Kohlenſtoff in einer Pflanze viel zu gering, um einen Unterſchied darin beym Wachsthume im kohlengeſäuerten Waſſer und im andern Waſſer wahrnehmen zu können; die eigene Wärme der Pflanzen ſey noch nicht ſo ganz ausgemacht, wie er bereits in einer andern Abhandlung gezeiget habe β), und auf die äußere Wärme des Sonnenlichtes könne hierbey keine Rückſicht genommen werden; auch habe er wirklich durch langes fortgeſetztes Wachsthum der Pflanzen die Luft unter der Glocke merklich verbeſſert, und ſogar das Stickgas verbeſſert, und die brennbare Luft in Knallluft verwandelt gefunden.

Aus allen dieſen Angeführten ſcheint es doch, als ob beym Wachsthume der Pflanzen ſo wohl das Waſſer als auch die Kohlenſäure zerleget werde, denn Waſſer allein iſt ebenfalls nicht hinreichend, ein Nahrungsmittel für die Pflanzen abzugeben, indem alle ihre nähern Beſtandtheile, welche ſich durch das Wachsthum der Pflanzen bilden, außer dem Sauerſtoff und Waſſerſtoff auch Kohlenſtoff enthalten, welcher letztere darin weit beträchtlicher iſt, als jene. Auch hat Herr Haſſenfratz wirklich auch ſeine Verſuche über die Vegetation der Pflanzen in reinem Waſſer gefunden, daß ſie darin zwar am Volumen und Gewicht zunehmen, aber nicht zur Vollkommenheit und Reiſe kommen, und daß die Menge des Kohlenſtoffs darin nicht vermehret, ſondern vielmehr etwas weniges vermindert wird.

Auch

α) Ueber die Wahrſcheinlichkeit, daß das kohlenſaure Gas durch die Pflanzen bey ihrem Wachsthum zerſetzet werde. Aus d. journ. de phyſ. Tom. XLI. p. 205 ſq. überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. I. S. 229 f.

β) Les végéteaux ont-ils une chaleur, qui leur ſoit propre? Journ. de phyſ. Tom. XL. p. 173. in Grens Journ. der Phyſik. B. VII. S. 402 f.

Auch die Herrn **Gren**, von **Humboldt**, **Girtanner**, **von Uslar** α) und viele andere ſind der Meinung, daß bey der Vegetation ſo wohl die Kohlenſäure als auch das Waſſer zerleget werde. Nach Herrn **Girtanner** β) iſt der größte Theil des Sauerſtoffgas, welches die Pflanzen am Sonnenlichte liefern, von der Zerlegung des Waſſers herzuleiten; der Waſſerſtoff verbindet ſich mit der Pflanze und der Sauerſtoff wird frey, und geht in Gasgeſtalt weg. Aus dieſer Verbindung des Waſſerſtoffes mit dem Kohlenſtoffe entſteht die Kohle der Pflanzen, die Oele und alle übrige verbrennliche Theile derſelben. Ohne Waſſer und ohne kohlengeſäuertes Gas iſt gar keine Vegetation möglich. Dieſe beiden Körper zerlegen ſich wechſelsweiſe während der Vegetation. Der Waſſerſtoff verläßt den Sauerſtoff, um ſich mit dem Kohlenſtoffe zu verbinden, woraus Oele, Harze u. ſ. f. entſtehen. Zugleich entwickelt ſich in großer Menge der Sauerſtoff des Waſſers und der Kohlenſäure; er verbindet ſich mit dem Lichtſtoff, und geht zufolge der Verſuche der Herrn **Prieſtley**, **Ingenhouß** und **Senebier** als Sauerſtoffgas in die Luft.

Der Herr **von Humboldt** γ) nimmt als Nahrungsmittel der Pflanzen folgende Stoffe an: Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Kohlenſtoff. So lange die Pflanze Lebenskraft beſitzet, ſcheinen von ſelbiger Waſſer- und Kohlenſtoffgas in ihre Beſtandtheile zerleget zu werden, wovon der größere Theil an die Gefäße ſelbſt tritt, der kleinere hingegen abgeſchieden und mittelſt der Blätter und Würzelchen verdunſtet wird. In allen Pflanzen findet man dieſe drey Stoffe, Erde fehlt in mehreren, obgleich in manchen Kalkerde in Ueberfluß vorhanden iſt. Die Schwämme, welche vorzüglich nur durch

α) Fragmente neuerer Pflanzenkunde. Braunſchw. 1794. 8.

β) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin, 1795. 8. Kap. 47.

γ) Aphoriſmi ex doctrina phyſiologiae chemicae plantarum §. 11. in ſ. Florae Fribergenſis ſpecimen. Berol. 1793. 4. F. A. von Humboldt Aphoriſmen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen. Aus d. Lat. überſ. von Gotth. Fiſcher. Leipz. 1794. 8. p. 105 ſq.

Waſſer erhalten werden, enthalten in großer Menge Waſſerſtoff. Einige Stücke vom agaricus campeſtris ſahe Herr **von Humboldt** Tag und Nacht Waſſerſtoff aushauchen, und ſie verdarben das Sauerſtoffgas ſo, daß man es mit einem Knalle entzünden konnte. Eine Unze und 5 Drachmen von dieſem Schwamme gab in dem Grade der Hitze, bey welchem ſich aus dem Salpeter Sauerſtoffgas entwickelt, 49 rheinl. Cubikzoll Luft, wovon 32,7 Waſſerſtoffgas, 16,3 kohlenſaures Gas waren. Der Rückſtand, eine mit wenig Kohlenſtoff gemiſchte Kalkerde, wog 66 Gran. Herr **Suckow** *) hat zwar aus Verſuchen gefunden, daß der agaricus delicioſus, welcher unter dem Waſſer kohlengeſäuertes Gas und Waſſerſtoffgas gibt, das letztere nicht aus ſich ſelbſt hergebe, ſondern das Waſſer zerlege, weil man aus ſelbigem, wenn er nicht unter Waſſer iſt, kein Waſſerſtoffgas erhalte. Allein der Herr **von Humboldt** erhielt aus dem agaricus campeſtris auch bey trockener Behandlung eine Menge Waſſerſtoffgas, und machte daraus den Schluß, daß es von den Schwämmen ſelbſt, nicht aber von der Zerlegung des Waſſers, herrühre.

Der Herr **von Humboldt** führet noch an, daß man vielleicht gegen die Ernährung der Pflanzen durch Zerlegung der Kohlenſäure einwenden könne, es ſey keine ſo große Menge von kohlengeſäuertem Gas in der Natur anzutreffen, als hierzu nöthig wäre. Man ſolle aber erwägen, daß alle Pflanzen deſto langſamer wüchſen, je größer ihr Ueberfluß an Kohlenſtoff ſey. Es werde eine Menge kohlenſaures Gas erzeuget durch Verbrennung, Gährung, durchs Athmen der Säugthiere und Vögel; und nach Verſchiedenheit der Urſachen, des Ortes, der Witterung, des Klima, mache es bald $\frac{1}{10}$, bald $\frac{1}{64}$ der atmoſphäriſchen Luft aus; vermöge ſeines größern ſpecifiſchen Gewichtes ſinke es auf die grünende Erde herab, und dringe verbunden mit dem Waſſer in die Würzelchen der Pflanzen ein. Das Kohlenſtoffgas, welches man in der Atmoſphäre und nach de **Sauſſüre** ſelbſt auf den

*) Crells chemiſche Annalen 1789. S. 291.

den höchſten Bergen antreffe, ſcheine nur im Waſſer aufgelöſet, und mit dieſem in die Höhe geſtiegen zu ſeyn. Weil außerdem kaltes Waſſer mehr Kohlenſäure als warmes aufnehme, ſo möge auch wohl die Sonnenhitze das Wachsthum dieſerwegen befördern, weil ſie ein Hauptnahrungsmittel der Pflanzen zu den unterſten Gegenden niederſchlage. Die unterirdiſchen Gewächſe, welche mehr Waſſerſtoff und Sauerſtoff aufnehmen, werden durch ein Waſſer getränkt, welches das kohlenſaure Gas ſowohl an der Oberfläche der Erde, als in dem Innern derſelben verſchluckt, wo häufige Steinkohlenflöze, welche Feuer nähren, dasſelbe Jahrhunderte hindurch aushauchen.

Herr **Gren** α) breitet ſich auch über die Vegetation und die Nahrungsmittel der Pflanzen etwas weiter aus, und zeiget, daß weder der Boden und die Dammerde allein, noch das Waſſer allein, noch die Luft allein den zu ihrer Vegetation und zur Ausbildung ihrer nähern Beſtandtheile erforderlichen Nahrungsſtoffs hergeben, ſondern daß ſie auch nach den Verſuchen der Herrn **Ingenhouß** und **Senebier** zu ihrem Gedeihen das Licht nothwendig hätten.

Der Herr **von Humboldt** β) hat ſich eine ganz andere Vorſtellung von dem Einfluſſe des Lichtes auf die Farben der Pflanzen gemacht. Er läßt das Licht in die Zuſammenſetzung der Pflanzen nicht ſelbſt eingehen, ſondern betrachtet es bloß als ein Reitzmittel, durch welches der vegetabiliſchen Fiber der Sauerſtoff entzogen werde. Solche Reitzmittel ſind das Licht und das Waſſerſtoffgas. Aus dieſem Grunde geben die Pflanzen, welche demſelben ausgeſetzet ſind, jederzeit, ſo lange ſie wachſen, Sauerſtoff von ſich; und daher dunſten die Pflanzen an ihrem Standorte nur bey Tage Sauerſtoffgas,

α) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. B. II. Halle, 1794. §. 1371 f.

β) Lettre à Mſr. *de la Metherie*; im Journ. de phyſ. Tom. XL. p. 154. Verſuche und Beobacht. über die grüne Farbe unterirdiſcher Gewächſe; in Grens Journal der Phyſik. B. V. S. 196 f. lettre de Mſr. *Humboldt* à Mſr. *Crell*; in den annal. de chimie 1793. Juillet. p. 106. Aphoriſmen, durch Fiſcher §. 12.

gas, zur Nachtzeit und im Dunkeln hingegen, wie die Thiere, kohlenſaures Gas aus. Alle Theile der Pflanzen, welche einen Ueberfluß an Sauerſtoff beſitzen, und aus welchen man doch denſelben nicht herauslocken kann, zeigen eine weiße oder bunte Farbe; diejenigen Pflanzen hingegen welche durch den Reitz vom Waſſerſtoffe oder dem Lichte den Sauerſtoff fahren laſſen, ſind von friſchem Grün. Hiernach iſt alſo das Licht nicht die Urſache der grünen, ſondern der Sauerſtoff die Urſache der weißen oder bleichen Farbe; und die grüne ſcheint eher von der Vermiſchung des Kohlenſtoffs mit Waſſerſtoff herzurühren. Er bemerket, daß man dieſer ſeiner Meinung dieſerwegen nicht beytreten wolle, weil man glaubte, die Sonnenſtrahlen gingen mit den Gewächſen eine Verbindung ein, welche Lehre **Ariſtoteles** *) zuerſt vorgetragen habe; die Pflanzen wären bloß im Sonnenſchein grün, und entließen in dieſem den Sauerſtoff. Allein es gehörten zu den Reitzen, welche die Pflanzen antrieben, den Sauerſtoff zu entlaſſen, außer den Samenſtrahlen auch noch der Waſſerſtoff und das Lampenlicht. Hierbey beruft er ſich auf verſchiedene Verſuche in einer freybergiſchen Grube, wo die Luft durch Waſſerſtoff äußerſt verdorben das Licht auslöſchte und die Lunge angriff, und wo er aus keimenden Crocuszwiebeln in feuchter Erde, nach ſechszehn Tagen die Blätter grün und die Geſchlechtshülle gelb fand. Daraus folgert er, daß die Blumen der Pflanzen auch ohne Sonnenſtrahlen verſchiedentlich gefärbt ſeyn können, welches daher nicht vom Lichte, ſondern von der Menge des Sauerſtoffes abzuhängen ſcheine.

Nach Herrn **Gren** trägt ein jedes, Dammerde, Waſſer, Atmoſphäre und Licht das ſeinige bey, um die Pflanzen zu ernähren, und ſie im Wachsthume zu erhalten. In den Beſtandtheilen dieſer Materien trifft man alle diejenigen Stoffe an, welche die Pflanzen und alle ihre Theile zur Miſchung haben; nämlich, Brennſtoff, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Azote. Nach Herrn **Haſſenfratz** iſt

*) Περὶ χρωμάτων. opera omnia ex ed. *du Val* Tom. I. p. 1209.

iſt es die Dammerde vorzüglich, von welcher der Kohlenſtoff der Pflanzen und ihrer Theile herrühret, welcher weder vom Waſſer noch vom Lichte abgeleitet werden kann, und welcher auch ſchwerlich von der Zerſetzung der von den Gewächſen eingeſogenen Kohlenſäure der Atmoſphäre ganz allein herrühret, da dieſe in zu geringer Menge zugegen iſt. Uebrigens enthält aber die Dammerde, oder der in Verweſung begriffene Dünger, auch noch die übrigen zur Ernährung der Pflanzen erforderlichen Grundſtoffe, wie Waſſerſtoff und Azote; und beſonders ſind aus ihr wohl allein die feuerbeſtändigen Theile, wie feuerbeſtändige Alkalien, Kalkerde, phosphorſaure Grundlage abzuleiten. Das Waſſer, welches die Pflanzen theils durch die Wurzeln aus dem Boden, theils durch die Blätter aus der Atmoſphäre in ſich ſaugen, geht theils unzerſetzt in die Miſchung ihrer Säfte und feſten Theile ein, theils wird es unter Einwirkung des Sonnenlichtes und der Wärme, und durch die Verwandtſchaft anderer Grundbeſtandtheile der Pflanzen zu dem einem oder andern Grundbeſtandtheile des Waſſers zerlegt, indem ſich, z. B. die kohlenſaure Baſis der Pflanzen mit dem Waſſerſtoff des Waſſers und dem Brennſtoff vereiniget, und der Sauerſtoff des Waſſers frey wird, und in Verbindung mit dem Wärmeſtoffe als Lebensluft aus den Pflanzen austritt. Die atmoſphäriſche Luft wird von den Pflanzen eingeſogen, und mit den Säften vermiſcht; der Sauerſtoff wird von andern Grundtheilen, wie z. B. von der kohlenſauren Baſis aufgenommen, und das Stickgas abgeſchieden, welches die Pflanzen auch bey ihrem Wachsthume im Schatten und zur Nachtzeit ausſtoßen. Das kohlenſaure Gas der Atmoſphäre oder des Waſſers, welches die Pflanzen in ſich nehmen, wird von ihnen im Schatten oder im Dunkeln unzerſetzt wieder ausgeſchieden, im Lichte hingegen zerlegt, und der Sauerſtoff daraus frey gemacht. Was endlich das Licht betrifft, ſo betrachtet dieſes Herr **Gren** nicht wie die Antiphlogiſtiker, als bloßes Reizmittel, um die Lebensluft auszuſtoßen. Die Frage, was es zur

Bildung des Sauerſtoffgas in den Pflanzen ſelbſt beytrage? wird dadurch noch nicht beantwortet; denn iſt dieſes Gas ein Mahl gebildet, ſo kann es ſich ohne Reitzmittel durch ſeine eigene Elaſticität von der Pflanze trennen. Nach Herrn **Gren** beſteht das Licht aus Brennſtoff und Wärmeſtoff; demnach wird durch die Anziehung verſchiedener Grundſtoffe, wie z. B. der kohlenſauren Grundlage und des Waſſerſtoffs zum Brennſtoffe, der Sauerſtoff abgeſchieden, der ſich mit dem Wärmeſtoffe des Lichtes zur Lebensluft verbindet. Herr **Gren** ſucht dieſe Theorie durchs Reifen der Weintrauben zu erläutern. Es enthält nämlich der Saft der unreifen Weintrauben Zitronenſäure, welche beym fortdauernden Wachsthume in Zucker und Weinſteinſäure übergehet, wozu aber das Sonnenlicht und Wärme Bedingung iſt. Es unterſcheidet ſich aber die Weinſteinſäure von der Zitronenſäure durch ein größeres Verhältniß des Brennſtoffes und ein geringeres des Sauerſtoffes gegen die kohlenſaure Baſis und das Hydrogen. Die Weinſteinſäure unterſcheidet ſich wieder vom Zucker durch ein geringeres Verhältniß des Brennſtoffs, und ein größeres des Sauerſtoffs. Es muß daher der Uebergang der Zitronenſäure in Weinſteinſäure durch Entwickelung eines Antheils des Sauerſtoffs und Aufnahme von mehrerem Brennſtoffe Statt finden, und der Uebergang in Zucker, muß durch noch mehrere Verminderung des Sauerſtoffs und mehrere Aufnahme des Brennſtoffs geſchehen. Bey dem Wachsthume und Reifen der Weintrauben nimmt alſo die kohlenſaure Grundlage und das Hydrogen des Saftes mehr Brennſtoff auf, und entläßt dagegen etwas Sauerſtoff, der mit Wärmeſtoff verbunden als Lebensluft austritt, und geht ſolchergeſtalt in Weinſteinſäure, und durch den fortdauernden Prozeß in Zucker und Schleim über.

Pfund (libra, livre) iſt ein zur Beſtimmung der Gewichte angenommene Größe, aus deren Eintheilungen und Zuſammenſetzungen alle übrige Gewichte entſtehen. Weil die Größe eines Pfundes an und für ſich willkürlich iſt,

iſt, ſo iſt ſie auch in verſchiedenen Ländern verſchieden angenommen worden.

Gewöhnlich unterſcheidet man das **Kramergewicht**, das **Gold**- und **Silbergewicht** und das **Apothekergewicht** von einander. Was das Kramergewichte betrifft, welches auch das **gemeine bürgerliche Gewicht** heißt, ſo wird ein Pfund hiervon in 32 Loth, das Loth in 4 Quentchen und das Quentchen in 4 Pfenniggewichte eingetheilet. Dieſe Pfunde ſind aber faſt an allen Orten ungleich. Vergleichungen hierüber, ſo wie überhaupt Nachrichten von den Eintheilungen der Gewichte, findet man in **Herrmanns** und **Gerhardts** allgemeinem Contoriſten (M. ſ. Fuß), und von den vornehmſten Handelsplätzen Europens in des **von Clausbergs** demonſtrativer Rechenkunſt. **Clausberg** ſetzt das leipziger Pfund genau dem köllniſchen gleich.

Das köllniſche Markgewicht, welches als Gold- und Silbergewicht gebrauchet wird, nimmt ein Pfund an, das in 2 **Mark**, die Mark in 16 Loth oder 8 Unzen, das Loth in 4 Quentchen, das Quentchen in 4 Pfenniggewichte, das Pfenniggewichte in 2 Heller, und den Heller in 128 Theile, welche **Richtpfennigstheile** genannt werden, getheilet wird, ſo daß alſo die Mark 65536 Richtpfennigstheile enthält. Auch wird wohl 1 Loth in 18 Grän eingetheilet, ſo daß die Mark 288 Grän ausmachen. In Holland, England und Frankreich und an andern Orten hat man das Troygewicht, und es werden auf 1 Pfund Troygewicht 12 Unzen gerechnet, wovon 8 Unzen auf eine Mark Troygewicht gehen. Die Unze wird wieder in 20 Engels, und ein Engel in 32 Aaſen oder 24 Grän eingetheilet. Eine Mark Troygewicht hat demnach 5120 Aaſen. Es wiegen aber 4446 Troyſ. Aaſen 1 Mark köllniſch, daß folglich 1 Mark Troygewicht 256 Aaſen ſchwerer als 1 Mark köllniſch Gewicht iſt. Daraus folgt, daß 19 Mark Troygewicht gleich 20 Mark köllniſch Gewicht ſind. In England hält 1 Pfund Troygewicht 12 Unzen, 1 Unze 12 Pfenniggew. oder 480 Grän oder 8720 Richtpfennigstheile nach köllniſchem Markgewichte.

Außer

Außer dieſem Troygewichte iſt in England das Avoir du pois Gewicht üblich, nach welchem faſt alle Handelswaaren, als Spicereyen, Eßwaaren u. dergl. verkaufet werden. Es iſt dieß Gewicht leichter als das Troygewicht, indem eine Unze 437½ Troygran, 1 Unze Troygran aber 480 Grän enthält.

Das deutſche **Apotheker- oder Medicinalgewichte**, das in ganz Deutſchland einerley iſt, und am häufigſten in den phyſiſchen und chimiſchen Schriften vorkömmt, legt eine Unze zum Grunde, die etwas ſchwerer als eine Unze vom köllniſchen Markgewichte iſt. 12 Unzen oder 24 Loth betragen ein Pfund, 1 Unze 8 Quentchen oder Drachmen oder 2 Loth, eine halbe Unze oder 1 Loth 4 Quentchen oder Drachmen, ein Quentchen oder Drachme 3 Skrupel, und ein Skrupel 20 Grän. Es hat alſo eine Unze 24 Skrupel oder 480 Grän, und 1 Pfund 5760 Grän.

Von der neuen franzöſiſchen Eintheilung des Gewichtes ſ. man den Artikel **Mètre**.

M. ſ. meine ausführlich demonſtrative Rechenkunſt. B. I. Jena 1796. 8.

Phaſen, Lichtgeſtalten, Lichtabwechſelungen (phaſes, appariti ones planetarum, phaſes). So nennt man die veränderlichen Geſtalten der Planeten und ihrer Monde, welche zu verſchiedenen Zeiten von ihrer verſchiedenen Beleuchtung der Sonne herrühren. In verſchiedenen Stellungen dieſer himmliſchen Körper gegen die Sonne erſcheinen ſie uns bald wie eine runde völlig erleuchtete Scheibe, bald oval, bald als eine halbe Scheibe, bald ſichelförmig, bald auch als ein dunkeler Fleck. Von den Phaſen des Mondes ſ. m. **Mondphaſen**. Bey der Venus und dem Merkur hat man dieſe Phaſen erſt mit der Erfindung der Fernröhre entdecket. **Galilei** machte ſie in ſeinem nuncio ſidereo bekannt; **Hevel** hat ſie nachher ſehr genau betrachtet, und Abbildungen von ihnen gegeben. Wenn dieſe beiden Planeten mit der Sonne in der obern Conjunktion ſtehen, ſo kehren ſie ihre ganze erleuchtete Seite gegen uns, und wir ſehen ſie daher, als lichte volle Scheiben. Hierauf

auf werden ſie des Abends ſichtbar, und fangen an, uns etwas von ihrem dunkeln Theile zu zeigen, bis ſie in der größten Entfernung von der Sonne als halbe Scheiben erſcheinen. Von dieſer Zeit an wird ihr erleuchteter Theil immer kleiner, indem ſie ſich der Sonne wieder nähern, und erſcheinen daher ſichelförmig, bis ſie endlich mit der Sonne in die untere Conjunktion kommen, wo ſie dunkel ſind, und auch als dunkele Flecken vor der ſcheinbaren Sonnenſcheibe vorübergehen, wenn ſie dieſer nahe genug kommen. M. ſ. **Durchgänge.** Hierauf rücken ſie gegen die Abendſeite der Sonne fort, werden des Morgens ſichtbar, wie eine helle Sichel; nach und nach wird ihr erleuchteter Theil immer größer bis zur größten Ausweichung von der Sonne, wo ſie zur Hälfte erleuchtet erſcheinen. Hiernächſt wird ihr erleuchteter Theil immer größer, bis ſie endlich wieder mit der obern Conjunktion der Sonne als volle runde Scheiben glänzen. Bey allen dieſen Erſcheinungen iſt der erleuchtete Theil dieſer Planeten jederzeit gegen die Sonne, der dunkele Theil aber der Sonne abwärts zugekehret. Man findet die verſchiedenen Lichtgeſtalten dieſer beiden Planeten von Monath zu Monath angezeigt in den wiener Ephemeriden und **Bode's** Jahrbuch.

Was die obern Planeten betrifft, deren Bahnen die Erdbahn umſchließen, ſo werden dieſe jederzeit von der in der Mitte ſtehenden Sonne gerade von der Seite erleuchtet, von welcher wir ſie ſehen, daher können ſie uns auch nicht ſichelförmig erſcheinen. Die Erde kann bloß alsdann, wenn ſie 90 Grade von der Sonne entfernet ſind, einen kleinen Theil von ihrer dunkeln Hälfte wahrnehmen. Auch ſieht man wirklich die Scheibe des Mars in dieſen Stellungen nicht völlig als rund, beym Saturn, Jupiter und Uranus iſt dieß wegen der großen Entfernungen unmöglich zu erkennen.

Die Entdeckung der Phaſen an den Planeten hat bewieſen, daß ſie, wie unſere Erde, dunkele Körper ſind, und ihr Licht von der Sonne erhalten.

Phänomene, Naturbegebenheiten, Erſcheinungen (phaenomena, apparentiae, phénomènes) heißen überhaupt alles das, was wir durch unſere Sinne wahrnehmen. Erkennen wir dieß an den Körpern unſerer Sinnenwelt, ſo gehöret es alsdann zu den Gegenſtänden der Naturlehre, deren Hauptzweck es iſt, die Urſachen von allen Phänomenen aufzuſuchen und anzugeben. Die Phänomene, welche wir an den Körpern wahrnehmen, ſind nichts weiter als Wirkungen der Natur, die entweder wirklich ſo erfolgen, wie wir ſie wahrnehmen, oder welche uns täuſchen, indem wir glauben, ſie geſchehen ſo, wie es in unſere Sinne fällt. So iſt z. B. der Auf- und Untergang der Sonne eine Erſcheinung; der Erfolg davon iſt dieſer, daß wir glauben, die Sonne bewege ſich wirklich von Morgen gegen Abend; allein dieß iſt bloßer Schein.

Weil alles, was in der Naturlehre abgehandelt wird, aus den Erfahrungen, und den daraus gemachten Folgen abgeleitet werden muß, ſo ſieht man leicht, daß alles auf Phänomene ankömmt. Das erſte und vornehmſte für den Beobachter und Experimentator wird alſo dieß ſeyn, daß er aus den Phänomenen die möglichſt allgemeinſten Geſetze herzuleiten ſuchet, welche die Körper befolgen müſſen, wenn ſie unter eben denſelben Umſtänden die nämlichen Erſcheinungen geben ſollen. Es wird ſich daher der Phyſiker einen großen Schatz von natürlichen Kenntniſſen geſammelt haben, wenn er im Stande iſt, die Phänomene aus andern Erſcheinungen nach den Geſetzen zu entwickeln; hierbey muß er alsdann natürlich auf eine letzte Erſcheinung kommen, welche die letzte unter allen iſt, und deren Urſache nicht mehr in das Gebiete der eigentlichen Naturlehre, ſondern in eine höhere Wiſſenſchaft gehöret. Inzwiſchen gibt es noch eine ſehr große Menge von Phänomenen, bey welchen der Naturforſcher noch gar nicht im Stande iſt, dieſelben bis auf die letzte Erſcheinung zurückzuführen, woraus ſie ſich herleiten laſſen.

Bey denjenigen Phänomenen, wo man die nächſten Erfolge noch nicht zu beſtimmen vermag, nimmt man gemeiniglich des Syſtems, nicht aber der Erklärung wegen, eine Hypotheſe an, aus welchen ſich ſehr wahrſcheinlich die Geſetze ableiten laſſen, wie z. B. bey der Elektricität, Magnetismus, zwey verſchiedene Materien. Der ſicherſte Weg bleibt aber immer dieſer, die Phänomene nach richtigen Erfahrungen, ohne eine Hypotheſe dazu zu gebrauchen, abzuleiten, weil man ſonſt immer in Gefahr iſt, die Hypotheſen ſelbſt als Erklärungen gelten zu laſſen.

Bey Erklärungen der Phänomene, wo die Grundurſachen derſelben geſuchet werden, bleibt der Naturforſcher eigentlich nicht mehr in dem Gebiete ſeiner Wiſſenſchaft. Denn die Grundurſachen der Phänomene machen, das nicht Sinnliche, d. i. die Kräfte der Körper aus, die in einer höhern Wiſſenſchaft erörtert werden müſſen. Weil aber alles in der Körperwelt Grund und Urſache haben muß, ſo ſieht man leicht, daß der eigentliche Phyſiker auch dieſe Wiſſenſchaft nicht ganz zu vernachläſſigen habe, zumahl da die allgemeinſten Naturgeſetze, welche aus den Phänomenen hergeleitet werden, ganz auf den Kräften beruhen. Das atomiſtiſche Syſtem will ſich zwar hierauf nicht einlaſſen, aber es ſetzt wirklich ſtillſchweigend die wahren Urſachen voraus, auf welchen die Naturgeſetze beruhen, wie z. B. bey der allgemeinen Anziehung. Nach dem dynamiſchen Syſteme aber löſen ſich zuletzt alle Phänomene in anziehende und zurückſtoßende Kräfte auf. M. ſ. **Grundkräfte.**

In der Naturlehre verſteht man auch oft, wiewohl uneigentlich, unter den Urſachen die Erſcheinungen ſelbſt, welche andere unter andern Umſtänden bewirken, und in dieſer Rückſicht gebrauchet man auch wohl den Ausdruck **Phänomene erklären**, in dieſem Verſtande, daß man bloß die Reihe von Erſcheinungen angeben kann, aus welchen die beobachteten Phänomene abgeleitet werden können. Für die Erklärungen ſolcher Naturbegebenheiten hat **Newton** folgende Regeln vorgeſchrieben:

1. **Man muß keine Urſache als wahr annehmen, welche nicht zur einfachſten und ungezwungenſten Erklärung der Naturbegebenheiten nothwendig und hinreichend ſind.** Sie ſind aber wahr a. wenn es erwieſen werden kann, daß ſie wirklich zugegen waren, alle übrige Urſachen aber dabey völlig wegfielen; b. wenn unter veränderten Umſtänden eben dieſelben Urſachen, das nämliche Phänomen hervorbringen; c. wenn nicht allein die Urſachen möglich, ſondern offenbar da ſind; d, wenn, ſobald die Urſachen wegfallen, auch das ganze Phänomen wegfällt. So erkläret man, z. B. die Erſcheinung des hohen Queckſilberſtandes im Barometer durch den Druck der auf der Fläche des Queckſilbers liegenden Luftſäule, indem ſie ſogleich wegſällt, wenn die äußere Luft weggenommen wird.

2. **Bey Phänomenen einerley Art müſſen auch einerley Urſachen Statt finden.** Z. B. das Athmen bey Menſchen und Thieren, die Zurückwerfung des Lichtes von der Erde und von den Planeten. Nur muß hierbey die Vorſicht gebrauchet werden, daß man nicht ſogleich den Schluß auf einerley Urſachen mache, wenn bey verſchiedenen Phänomenen ähnliche oder übereinſtimmende Umſtände eintreten, ſondern man muß genau das Weſentliche von dem Zufälligen unterſcheiden.

3. **Solche Eigenſchaften der Körper, welche bey allen angetroffen werden, und gar keine Aenderungen leiden, müſſen als allgemeine Eigenſchaften betrachtet werden.** Als z. B. Undurchdringlichkeit, Beweglichkeit, Ausdehnung der Materie u. f.

4. **Diejenigen Sätze, welche aus den verſchiedenen Phänomenen durch Induktion geſchloſſen werden, müſſen für wahr, oder doch wenigſtens beynahe für wahr gehalten werden, bis man auf andere Phänomene kömmt, wodurch ſie entweder genauer beſtimmt, oder gewiſſen Ausnahmen unterworfen werden.**

Phlogiſton ſ. **Brennſtoff.**

Phlogiſtiſirte Luft ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes.**

Phoniſcher Mittelpunkt ſ. **Mittelpunkt.**

Phonokamptiſcher Mittelpunkt ſ. **Mittelpunkt.**

Phoronomie (phoronomia, phoronomie) heißt überhaupt die Lehre von den Bewegungen. Weil bey der Unterſuchung der Geſetze der Bewegungen überhaupt ein ſehr großer Theil Kenntniſſe vorausgeſetzet wird, welche nicht in die Grenzen der Elementarmathematik gehören, ſo wird auch die Phoronomie als ein Theil der höhern Mechanik betrachtet, welcher ſich beſonders mit den Bewegungen allein, ohne auf die ſie hervorbringenden Kräfte Rückſicht zu nehmen, beſchäftiget. Auch verſteht man wohl unter der Phoronomie überhaupt die ganze Lehre der höhern Mechanik. So hat **Jakob Hermann** [α]), aus Baſel, die höhere Mechanik unter dieſem Nahmen nach ſynthetiſcher Methode abgehandelt.

Phosphorus, Lichtträger (phosphorus, phosphore). Mit dieſem Nahmen belegt man überhaupt die im Dunkeln leuchtenden Körper, deren Licht man ehedem zu den ſeltenern Erſcheinungen rechnete. Auch heißt die Eigenſchaft der Körper, im Dunkeln zu leuchten, die **Phosphoreſcenz** oder das **Phosphoreſciren.**

Im Jahre 1630 entdeckte **Vincenzo Caſcariolo**, ein Schuhmacher in Bologna, am Fuße des benachbarten Berges Paterno einen Stein, welcher im Dunkeln durch ſeinen eigenen Glanz ſichtbar ward, wenn er vorher eine Zeitlang im Lichte gelegen hatte. Mit vorzüglichem Glanze leuchtete dieſer Stein, wenn er vorher zu Pulver geſtoßen, und mit Waſſer, Eyweiß oder Leinöl durchknetet und calciniret ward. Ueber dieſe merkwürdigen Erſcheinungen haben beſonders **Fortunio Liceti** [β]) und **Athanaſius Kircher** [γ]) geſchrieben

α) Phoronomia ſ. de viribus et motibus corporum ſolidorum et fluidorum libri II. Amſtel. 1716. 4.

β) Litheoſphorus ſ. de lapide Bononienſi in tenebris lucente. Vtini 1640. 4.

γ) In arte magna lucis et umbrae. Romae 1646. fol.

ben. Dieſer bononiſche Stein wurde von dem Grafen **Marſigli**, von **Laurent. Galati**, **Beccari** und nachher von **Zanotti** [a]) genauer unterſuchet. Sie fanden, daß dieſer Stein ſowohl vom Sonnenlichte als von Kerzen leuchtend ward, nicht aber vom Mondenlichte oder vom Lichte eines andern Phosphors. Bey einigen der beſten Stücke war es ſchon hinlänglich, ſie 1 bis 2 Sekunden dem Lichte auszuſetzen, um 4 Minuten lang zu leuchten; einige leuchteten auch 30 Minuten. Der geringſte Grad von Licht, welcher die Steine zum Leuchten bringen konnte, war der, bey welchem ſich noch die kleinſte Schrift leſen ließ. Uebrigens wurden die Stücke deſto beſſer, je öfter ſie gebrauchet wurden. Dieſe merkwürdigen Erſcheinungen gaben die Veranlaſſung, das Licht als etwas Körperliches zu betrachten, indem man hier Steine zu ſehen glaubte, welche das Licht gleichſam in ſich zögen, und nachher wieder von ſich gäben. Daher erhielten auch dieſe Steine den Nahmen **Lichtſauger** oder **Lichtmagnete** (corpora lucem bibentia). **Zanotti** glaubte, daß das Leuchten dieſes Steines dienen könnte, den Streit, welcher damahls zwiſchen den Carteſianern und Newtonianern über die Natur des Lichtes geführet wurde, beyzulegen. Aus allen ſeinen Verſuchen aber machte er zuletzt den Schluß, daß ſie ſich mit beiden Hypotheſen gar wohl vereinigen ließen. Uebrigens war er der Meinung, daß der bononiſche Stein ſein eigenes Licht beſitze, welches durch das von außen auffallende Licht belebet würde.

Kurz vor dem Jahre 1675 entdeckte ebenfalls zufälliger Weiſe der damahlige Ammann zu Großenhayn in Sachſen, **Chriſtoph Adolph Balduin** [b]), daß der Rückſtand der Deſtillation einer Kreideauflöſung in Scheidewaſſer das Licht einſauge, und im Dunkeln leuchte. Dieſer **Balduiniſche Phosphor**, welcher das aus der Kalkerde und Salpeterſäure

[a]) Commentar. Inſtitut. Bonon. Vol. VI p. 188 ſqq. p. 205 ſqq.

[b]) *Balduini* aurum ſuperius et inferius aurae ſuperioris et inferioris hermeticum et phosphorus hermeticus ſ. magnes luminaris. Frkf. et Lipſ. 1675. 12.

ſäure entſtandene Mittelſalz oder der Kalkſalpeter iſt, leuchtet aber nicht ſo helle, und nicht ſo lange, als der bononiſche Stein, verliert auch an der Luft ſeine Kraft zu leuchten bald; daher er ſich am beſten in hermetiſch verſchloſſenen Gefäßen aufbewahren läßt.

Eine ähnliche Eigenſchaft entdeckte ſpäterhin **Homberg** [α]) an der Verbindung der Kalkerde mit der Salzſäure oder dem firen Salmiak, welcher daher der **hombergiſche Phosphor** genannt wird. Endlich fand **dü Fay** [β]) eine Menge von Körpern, welche durchs Calciniren die Eigenſchaft, Licht einzuſaugen, erhalten. Dahin gehören die Auſterſchalen, der Gyps, Kalkſtein und Marmor, die kalkartigen Verſteinerungen und auch der gemeine Topas. Einige ſehr harte Körper dieſer Art mußte er vorher in Säuren auflöſen, ehe ſie phosphoreſciren wollten. Auch entdeckte er, daß einige Diamanten, ein Smaragd und manche andere Edelſteine dieſe Eigenſchaft, ohne eine vorherige chemiſche Zubereitung, beſaßen. Sie verloren ihre Kraft zu leuchten, wenn ſie eine lange Zeit dem freyen Tageslicht ausgeſetzt blieben, leuchteten aber mit vorzüglichem Glanze, wenn ſie an der Sonne gelegen hatten. Auch beobachtete er, daß einige ſeinen Glanz nicht verloren, wenn er ſie ſechs Stunden in ſchwarzem Wachſe eingewickelt gehabt hatte. Faſt zu gleicher Zeit mit **dü Fay** nahm auch **Jacob Bartholomäus Beccari** das Leuchten der Diamanten gewahr. Dieſer ward dadurch veranlaſſet, mehrere Verſuche über phosphoreſcirende Körper anzuſtellen [γ]). Er erfand hierzu ein tragbares Kabinet, in welchem man völlig im Dunkeln ſich befand, und worin der Körper durch eine gewiſſe Vorrichtung von der Sonne oder dem Tageslichte erleuchtet, und nachher wieder ins Dunkele verſetzet werden konnte, da ihn alsdann das Auge leuchten ſah. Auf dieſe Art fand er, daß faſt alle

α) Mém. de l'Acad. des ſcienc. de Paris 1693. 1711. p. 234.
β) Mém. de l'Acad. des ſcienc. de Paris 1730.
γ) Comment. de quam plurimis phosphoris, nunc primum detectis; in comment. Bonon. Tom. II. P. II. 136. III. 498. überſ. im allgemeinen Magazin Th. VI. 181. Th. VII. 163.

Körper aus dem Pflanzen- und Thierreiche leuchteten, wenn ſie nur vollkommen trocken waren. Beſonders zeigte das Papier dieſe Eigenſchaft in einem hohen Grade.

Marggraf [α]) vollendete endlich die chymiſche Unterſuchung der erdigen durch Calcination bereiteten Lichtſauger. Er fand, daß der bononiſche Stein ein Schwerſpath ſey, und entdeckte bald, daß ſich aus allen Schwerſpathen Lichtſauger verfertigen ließen, wie auch ſchon **Leibnitz** [β]) bemerket hat, daß gepulverter und erhitzter Schwerſpath leuchte. Dergleichen Leuchtſteine laſſen ſich aus dem Schwerſpathe alſo bereiten: man läßt den Schwerſpath in einem Tiegel roth glühen, reibt ihn alsdann in einem ſteinernen oder gläſernen Mörſer zu einem feinen Pulver, vermengt es mit etwas Traganthſtein, und bildet daraus dünne Scheiben und allerhand Figuren, die man trocknet, zwiſchen Kohlen in einem gut ziehenden Windofen ſtark glühet, und ſie nach verzehrten Kohlen herausnimmt. Beym Befeuchten äußert ſich ein hepatiſcher Geruch; ſie leuchten im Dunkeln, wenn man ſie vorher eine Zeitlang am Tageslichte liegen läßt. Ihre leuchtende Kraft verlieret ſich mit der Zeit, und kommt durch ein neues Glühen wieder. **Marggraf** konnte dieſen Phosphor aus allen Subſtanzen bereiten, welche eine Vitriolſäure mit einer alkaliſchen Erde enthielten, beſonders wenn etwa $\frac{1}{5}$ Thonerde, wie beym bononiſchen Steine, dabey war.

Cantons [γ]) Phosphor iſt ſehr leicht auf folgende Art zu bereiten: man brennt einige gemeine Auſterſchalen in einem ſtarken Kohlenfeuer während einer halben Stunde zu Kalk, wovon der reinſte Theil zu Pulver geſtoßen und durchgeſiebet werden muß. Zu drey Theilen dieſes Pulvers nimmt man einen Theil Schwefelblumen, ſtößt dieſe Miſchung in einen etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll hohen Schmelztiegel feſt hinein, bis er faſt voll iſt, und ſetzet ſie damit ins Feuer, wo ſie wenigſtens eine

Stunde

α) Mém. de l'Acad. des ſcienc. de Berlin 1749. 1750. überſ. in ſeinen chemiſchen Schriften. Berlin, 1761. 8. Th. II. St. 113 f.
β) Miſcellan. Berolinenſ. Tom I. p. 97.
γ) An eaſy method of making a Phosphorus etc. in Philoſ. transact. Vol. LVIII. überſ. im Hamburg. Magazin. B. XI.

Stunde lang roth glühend erhalten werden muß. Hierauf läßt man ſie erkalten, ſtößt ſie aus dem Tiegel heraus, und ſchabt die glänzendſten Stücke zu einem weißen Pulver, welches ſich in einer wohl verſtopften Phiole aufbewahren läßt. Dieſer Phosphor, welcher aus einer kalkartigen Schwefelleber beſtehet, leuchtet, wenn er vorher dem Tageslichte einige Stunden lang ausgeſetzet worden, ſo ſtark, daß man die Zeit an einer Uhr erkennen kann, wenn das Auge vorher zwey bis drey Minuten geſchloſſen geweſen iſt. Es läßt ſich dieſer Phosphor durch Hülfe von etwas Eyweiß auf Papier ſtreichen, ſo daß man dadurch Figuren bilden kann, welche durch das Tageslicht, oder auch durch elektriſche Funken leuchtend werden. Durch das Sonnenlicht wird die Kraft dieſes Phosphors gar nicht geſchwächt, wohl aber durch die Feuchtigkeit, die er gar nicht vertragen kann.

Die Hitze ſcheinet das Licht, welches dieſe Phosphoren vorher in ſich gezogen hatten, gleichſam auszutreiben. Schon bey den Verſuchen des **Beccari** und **Marggrafs** zeigte ſich dieß; daher ſind dieſe geneigt zu glauben, daß die Hitze allein die Phosphoren leuchtend mache, welches aber nach **Cantons** genauen Verſuchen durch bloße Hitze ohne Licht nicht geſchiehet, woſern nicht der Körper ſchon vorher Licht eingeſogen hat.

Auch gehören noch zu den im Dunkeln leuchtenden Körpern der Flußſpath, wenn er erwärmet wird, die phosphoreſcirende Blende, und die friſch bereiteten Zinkblumen. Nach den Verſuchen des Grafen **von Razoumowsky** geben auch Quarz und Glas durch den Stoß harter Körper Licht von ſich, ja er fand, daß auch mehrere Körper leuchtend werden, wenn man Stücke von einerley Art an einander reibet. Er fand, daß ſelbſt der Quarz unter dem Waſſer Licht gab. Auch Herr **Lichtenberg** nahm wahr, daß das Waſſer, welchem er mit Milch die Opalfarbe gegeben hatte, leuchtete, wenn er unter demſelben ein Paar Cochelonge an einander rieb, oder ein Piſtolenfeuerzeug unter dem Waſſer abdruckte.

Ein ſehr vollſtändiges Verzeichniß von leuchtenden Körpern hat Herr Wedgwood *) mitgetheilet; dieſer entdeckte, daß ſich eine ſehr große Anzahl von Körpern entweder durch Hitze oder durch Reiben phosphoreſcirend machen ließ. Das beſte Mittel, die Körper durch Hitze phosphoreſcirend zu machen, war dieſes, daß die Körper zu einem mäßig feinen Pulver gebracht, und jedes Mahl in kleinen Theilen auf eine dicke eiſerne Platte oder auf eine gebrannte Maſſe von Sand und Thon geſtreuet wurden, welche beynahe bis zum ſichtbaren Rothglühen erhitzt, und an einem völlig dunkeln Ort geſtellet war. Auf ſolche Art wurden gegen achtzig verſchiedene Körper, unter andern die Metalle, und die Niederſchläge derſelben aus ſauren Auflöſungen leuchtend. Das ſtärkſte Leuchten gab der Flußſpath von Derbyſhire, der Marmor aus Derbyſhire, der ſächſiſche rothe Feldſpath, der Diamant und Rubin. Die Lichtdauer war übrigens verſchieden; bey einigen war ſie augenblicklich, bey andern einige Minuten. Durchs Anblaſen verloſch das Licht ſogleich, kam aber auch wieder, wenn dieſes Blaſen aufhörte. Gewöhnlich war das Licht ungefärbt. Nur derjenige blaue Flußſpath, welcher gerieben einen übeln Geruch gibt, zeigte ein helles grünes Licht, das dem der Johanniswürmchen ähnlich iſt, und welches ſich ſchnell in ein ſchönes allmählig verlöſchendes Lilla verwandelte.

Wenn ein wenig ſiedendes Oel am Boden einer gläſernen Flaſche im Finſtern beweget wurde, ſo ward die ganze Flaſche dadurch erleuchtet. Ein wenig Oel auf die heiße Platte geſtrichen, verurſachte eine dünne lodernde blaue Flamme. Eben dieß geſchahe, wenn Horn, Knochen, Haare, Speichel oder irgend eine thieriſche Subſtanz auf die Platte gebracht wurden.

Durchs Reiben wurde das Leuchten der Körper vermittelſt der Aneinanderreibung gleichartiger Körper im Dunkeln bewir-

*) Philoſoph. transact. for the Year 1792. Vol. LXXXII. P. I. p. 28 ſq. P. II. p. 272 ſq. Verſuche und Bemerkungen über die Erzeugung des Lichtes in verſchiedenen Körpern durch Hitze und Reiben. überſ. in Grens Journ. der Phyſ. B. VII. S. 45 u. f.

bewirket. Alle Körper, wenige ausgenommen, leuchteten nach dieſer Behandlung. Das Licht war weiß, mehr oder weniger röthlich. Dieſe Arten des Phosphoreſcirens fanden nicht allein in atmoſphäriſcher Luft, ſondern in allen Luftarten und ſelbſt unterm Waſſer Statt.

Ein vorzügliches Mittel, die Phosphoreſcenz in den meiſten Körpern zu entwickeln, iſt auch die Elektricität, wenn man nämlich nahe über der Oberfläche der Körper eine Entladung der leidner Flaſche veranſtaltet. Eine Reihe von Verſuchen hierüber hat Herr **Kortum** α) in Warſchau angeſtellet.

Was die Urſache dieſer ſo merkwürdigen Erſcheinung iſt, ſo wird ſie immer noch Zweifeln unterworfen bleiben, ſo lange wir die Natur des Lichts nicht genau kennen. Nimmt man mit **Newton** das Licht als körperliche Subſtanz an, ſo muß man ſich vorſtellen, daß die Lichtſauger das Licht in ſich nehmen, zurück halten, und im Dunkeln wieder von ſich geben; betrachtet man hingegen das Licht mit **Euler** als etwas unkörperliches, ſo muß man ſich gedenken, daß die Schwingungen, welche in der Oberfläche erreget ſind, im Dunkeln noch eine Zeitlang fortdauern.

Einige, wie **Macquer**, halten das Leuchten der Phosphoren für einen äußerſt ſchwachen Grad der Verbrennung; andere hingegen glauben, daß das Leuchten bloß von dem Brennſtoffe herrühre, welcher mit den Phosphoren nicht chemiſch verbunden iſt, ſondern nur mit ſelbigen adhäriret. So ſagt Herr **Gren** β), daß das Licht, welches die Körper durch bloße Erhitzung oder Erwärmung ohne eigentliches Verbrennen zeigen, von dem Brennſtoffe herrühre, den ſie durch die Zerſetzung des Lichtes aufgenommen haben, der aber nicht chemiſch damit verbunden zu ſeyn, ſondern ihnen nur zu adhäriren ſcheinet, und daher durch eine höhere Temperatur ihnen wieder entzogen werden kann, indem er ſich alsdann wie-

α) Gothaiſches Magazin für das Neu. a. d. Phyſ. u. Naturg. B. IX. St 2. S 1 f.

β) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 823.

der mit dem Wärmeſtoffe zum Lichte verbindet, und als ſolches austritt. Doch könne auch chemiſch gebundener Brennſtoff durch Veränderung der Miſchung (wie z. B. beym Zuſammenſchmelzen des Schwefels mit Kupfer, beym Löſchen des Kalkes mit Waſſer) und daher entſtehender Verminderung der Capacität der Materie zu demſelben durch den Wärmeſtoff als Licht ausgeſchieden werden.

Außer den bisher beſchriebenen Lichtſaugern hat ein chemiſches Produkt faſt ausſchließend den Nahmen **Phosphor** erhalten, indem ſelbiger jederzeit verſtanden wird, wenn von dem Phosphor ſchlechthin die Rede iſt. Es iſt dieß nämlich der ſo genannte **Harnphosphor, Urinphosphor, kunkelſcher** oder **engliſcher Phosphor** (phosphorus vrinae, anglicanus ſ. Kunkelii, phosphore d'Angleterre ou de Kounkel). Dieſer Phosphor iſt in den neuern Zeiten ein vorzüglicher Gegenſtand der Aufmerkſamkeit geworden. Da die Erſcheinungen ſeiner Verbrennung in der atmoſphäriſchen Luft oder dem Sauerſtoffgas dem antiphlogiſtiſchen Syſteme eine ſo vorzügliche Stütze gewähren. Denn dadurch wird ganz unwiderleglich dargethan, daß der reſpirable Theil der Luft mit dem brennenden Körper vereiniget werde. Wenn beſonders der Phosphor beym Verbrennen in ganz reiner Luft in hinlänglicher Menge vorhanden iſt, ſo verſchwindet alsdann die Luft ganz, wodurch zugleich die ehemahlige Behauptung der Phlogiſtiker, daß das aus dem brennenden Körper gehende Phlogiſton in der Luft bleibe, und ſie zum Stickgas mache, völlig widerleget wird.

Dieſen Phosphor entdeckte ein gewiſſer Kaufmann zu Hamburg, Nahmens **Brandt**, zufälliger Weiſe, indem er ſich nämlich einfallen ließ, aus dem Urin Gold zu machen: er machte dieſe Erfindung im Jahre 1669, nach **Leibnitz** *) um 1677. **Kunkel** gab ſich vergeblich Mühe, die Verfertigung des Phosphors von **Brandten** zu erfahren, der ſich einem D. **Kraft** für 200 Rthlr. durch Ueberredung eidlich verbindlich gemacht hatte, **Kunkeln** nichts davon zu

*) Hiſtor. inuentionis Phosphori; in miſcell. Berolin. Tom. I. p. 91.

zu entdecken. **Kraft** ging mit dem Phoſphor an vielen Orten umher, und ließ ihn ſehen. Da **Kunkel** aber wußte, daß **Brandt** den Phoſphor aus Urin erhalten hatte, ſo fing er dieſen mit ſo vieler Anſtrengung zu bearbeiten an, daß es ihm endlich glückte, den Phoſphor zu bearbeiten; und er erfand ihn daher zum zweyten Mahle [α]). **Leibnitz** hat zwar die Erfindung **Kunkeln** ſtreitig machen wollen; allein die ganze Geſchichte, ſo wie ſie **Kunkel** ſelbſt erzählet, mit **Stahls** Zeugniß verglichen, laſſen an **Kunkels** Erfindung keinen Zweifel mehr zurück. Einige ſchreiben auch die Ehre dieſer Erfindung dem **Boyle** zu; allein **Stahl** verſichert nach **Krafts** eigener Ausſage, daß letzterer **Boy-le'n** die brandtiſche Verfahrungsart bekannt gemacht habe. **Boyle** theilte den Prozeß einem Deutſchen, Nahmens **Gottfried Hankwitz** mit, welcher den Phoſphor in London darnach verfertigte, und ein und außerhalb Landes verkaufen ließ [β]). Obgleich nachher verſchiedene Vorſchriften zur Bereitung des Phoſphors bekannt wurden, ſo waren dieſe entweder nicht umſtändlich gezeiget, oder das Verfahren ſelbſt war zu mühſam, und zu koſtbar, daß **Kunkel**, und beſonders **Hankwitz** faſt allein den Phoſphor für die damahligen Naturforſcher bereiteten. Selbſt die Bereitungsart, welche **Hellot** [γ]) bekannt machen ließ, war zu langweilig und koſtſpielig, daß ſie kaum der Mühe verlohnte.

Endlich zeigte **Marggraf** [δ]) im Jahre 1743 ein gutes Verfahren, nach welchem man in kürzerer Zeit und mit geringern Koſten den Phoſphor erhalten könne, zeigte zuerſt, welcher Beſtandtheil im Urin es ſey, der zur Entſtehung des Phoſphors beytrüge, und worauf es bey Verfertigung

α) Laboratorium chemicum. Hamb. 1716. 8. p. 660. ingl. Stahl exper. CCC. no. 301. p. 393.

β) The aërial noctiluca. Lond. 1680. 8. ingl. Philoſoph. transact. n. 135. n. 196. n. 428.

γ) La phosphore de Kunkel et l'analyſe de l'urine; in den Mémoir. de Paris 1737.

δ) Miſcell. Berolin. Tom. VII. p. 324. und in ſeinen chymiſchen Schriften. B. I. S. 57.

des Phosphors eigentlich ankomme, daß nämlich nur die bisher unbekannte Phosphorſäure nöthig ſey, welche in Verbindung mit verbrennlichen Körpern deſtilliret allezeit Phosphor gebe; und kürzte in der Folge die Operation ſehr glücklich ab, daß er das natürliche Harnſalz, oder das phosphorſaure Ammoniak dazu vorſchlug. Nach dieſem letzten Proceſſe vermengt man 4 Theile vom wohlgereinigten Harnſalze mit einem Theile zarten und in einem eingeſchloſſenen Gefäße wohl aus geglüheten Kienruße, wozu man noch 4 Theile zerriebenen weißen Sand ſetzet. Hierauf deſtilliret man von dieſem Gemiſche in einer irdenen beſchlagenen Retorte zuerſt bey mäßigem Feuer den urinöſen Geiſt ab, küttet hierauf eine Vorlage mit Waſſer gefüllt an den Retortenhals und gibt ſtuffenweiſe Feuer, wodurch der Phosphor übergetrieben wird. Dieſer wird durch eine fernere Deſtillation aus einer gläſernen Retorte gereiniget.

Herr **Giobert** *) hat eine noch weit leichtere Methode angegeben, den Phosphor aus dem Urine zu bereiten. Man löſt nämlich Bley in Salpeterſäure auf, und tröpfelt dieſe Auflöſung zu friſchem oder faulen Urine. Dadurch entſtehet ein häufiger Niederſchlag, welcher theils phosphorſaures, theils ſalzſaures Bley iſt. Kömmt kein Niederſchlag weiter zum Vorſchein, ſo läßt man alles ruhig ſtehen, hellt die über dem Bodenſatze befindliche Flüſſigkeit ab, ſchüttet den Bodenſatz auf ein Filtrum von Leinwand, ſüßt ihn mit Waſſer aus, vermengt ihn etwa mit dem 4ten Theile feinem Kohlenſtaube, trocknet ihn in einer Pfanne, und deſtilliret ihn hierauf aus einer Retorte; anfangs geht etwas urinöſer Geiſt mit empyrevmatiſchem Oele über, welche beide von dem Harne herrühren: hierauf ändert man mit der Vorlage, kittet eine andere mit Waſſer gefüllte vor, und vermehrt die Hitze ſtark. Der Phosphor erſcheinet mannigmahl in einer halben Stunde, und es läßt ſich leicht binnen 8 Stunden eine Operation enden, die auf 14 Unzen Phos-

*) Annales de chimie. Tom. XII. 1792. p. 15 ſq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 451 f.

Phosphor gibt. Wenn der Bleykalk völlig mit Phosphorſäure geſättiget, und das phosphorſaure Bley vollkommen mit Waſſer ausgeſüßet iſt, ſo geben 100 Theile desſelben 14 bis 18 Theile Phosphor. Der Bleykalk findet ſich reducirt auf dem Boden der Retorte.

In den neuern Zeiten hat man entdecket, daß auch der Phosphor aus den Knochen gewonnen werden kann. Nach dem neuern Syſteme wird der Phosphor als eine einfache Subſtanz betrachtet, welcher ſich in allen thieriſchen Subſtanzen und in einigen Pflanzen findet. Er wird ſo bereitet: man calciniret Knochen erwachſener Thiere ſo lange, bis ſie weiß ſind, alsdann zerſtößt man ſie und ſiebt ſie durch ein feines Sieb. Auf dieſes Pulver gießt man hiernächſt mit Waſſer verdünnte Schwefelſäure, doch nicht ſo viel, als nöthig iſt, die Knochen ganz aufzulöſen. Der Schwefel verbindet ſich mit der Knochenerde, und macht mit derſelben eine geſchwefelte Kalkerde oder die ſo genannte Schwefelleber. Der Sauerſtoff verbindet ſich mit den Phosphor der Knochen, und es entſtehet Phosphorſäure, welche ſich mit dem Waſſer vermiſcht. Nunmehr gießt man das Flüſſige ab, und läßt dasſelbe über dem Feuer abrauchen, um die geſchwefelte Kalkerde abzuſondern. Man erhält die Phosphorſäure in Geſtalt eines weißen und durchſichtigen Glaſes, welches zerſtoßen, und welchem der dritte Theil ſeines Gewichtes Kohlenſtaub zugeſetzet wird. Der Kohlenſtoff raubt der Phosphorſäure den Sauerſtoff, und es entſteht bey der Deſtillation kohlengeſäuertes Gas und Phosphor.

An der atmoſphäriſchen Luft entwickelt der Phosphor auf ſeiner ganzen Oberfläche einen weißen Rauch, und zwar um deſto ſtärker, je wärmer die Luft iſt. Dieſer Rauch hat einen ſtarken Knoblauchsgeruch, und leuchtet im Finſtern. Wenn man mit einem Stück Phosphor auf Papier oder Holz ſchreibet, ſo erſcheinet die Schrift an einem dunkeln Orte hell leuchtend, und verſchwindet bald darauf ganz. Während dieſes Leuchtens zerfließt der Phosphor allmählig zu einer ſauren Flüſſigkeit. Wenn dieſe Flüſſigkeit ihn bedeckt,

deckt, ſo hört er auch zu leuchten und zu zerfließen auf, und es iſt daher nöthig, daß ſeine Oberfläche beſtändig mit der Luft in Berührung ſey, wenn er ganz zu der ſauren Flüſſigkeit zerfließen ſoll. Dieß Zerfließen und Leuchten des Phosphors wird gemeiniglich als ein ſchwaches Verbrennen deſſelben erkläret. Dabey wird die atmoſphäriſche Luft verſchlimmert, und das Produkt, welches ſich aus dem Phosphor bildet, iſt eine Säure. Herr **Gren** nennt ſie **phosphorige Säure** (acidum phosphoroſum, acide phosphoreux), die ſonſt auch **unvollkommene Phosphorſäure** genannt wird. Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme unterſcheidet ſich dieſe Säure von der vollkommenen Phosphorſäure bloß durch ein geringeres Verhältniß des Sauerſtoffs darin zum Phosphor. Nach den Verſuchen des Herrn **Göttlings** hingegen leuchtet der Phosphor in ganz reiner Lebensluft gar nicht, ſondern er thut es nur alsdann, wenn Stickluft darin enthalten iſt; ja das Leuchten wird deſto ſtärker, je mehr Stickluft die atmoſphäriſche Luft enthält, und in ganz reiner Stickluft leuchtet er am ſtärkſten. Wenn ſich ferner der Phosphor in ganz reiner Lebensluft befindet, ſo verwandelt ſich dieſe nach und nach bey einer Temperatur von etwa 13 bis 14 Grad Reaum. in Stickluft, und dann fängt erſt das Leuchten des Phosphors an. Daraus erhellet alſo, daß nothwendig ein Theil Phosphor von der reinen Lebensluft ohne Lichtentwickelung aufgelöſet werden müſſe, welche Auflöſung Stickluft wird, in welcher nun erſt das Leuchten vor ſich gehet. Da weiter beym Verbrennen des Phosphors in ganz reiner Lebensluft dieſe völlig verzehret werden kann, ſo folget, daß die Prozeſſe des Verbrennens und Leuchtens weſentlich von einander verſchieden ſind (M. ſ. **Gas, phlogiſtiſches.** Th. II. S. 662.), und daß bey der Stickſtoffluft ſowohl, als auch bey der Sauerſtoffluft die Grundlage ein und dieſelbe ſey.

Wird der Phosphor durch freye Wärme oder durch Reiben bey der Berührung der reſpirabeln Luft ſtark erhitzt, ſo entzündet er ſich von ſelbſt mit vieler Heftigkeit, und verbrennt

brennt mit Kniſtern, mit einer ſtarken, ſehr lebhaften weißlichen, mit gelb und grün vermiſchten Flamme, und einem häufigen weißen Ruße, welcher im Dunkeln leuchtend iſt und einen knoblauchartigen Geruch beſitzet, und welcher eine wahre Phosphorſäure iſt. Der entzündete Phosphor läßt ſich nicht durch Reiben auslöſchen auch nicht austreten; das beſte Mittel iſt, ihn unter Waſſer zu bringen.

Die leichte Entzündung des Phosphors hat man zur Verfertigung der ſo genannten **turiner Kerzen** und des **tragbaren Feuers** benutzet. Die erſten, eine Erfindung des Herrn **Peibla** zu Turin, ſind dünne polirte Wachskerzen in eine am Ende zugeblaſene Glasröhre eingeſteckt, in welche man zuvor etwas Phosphor mit wenigen Körnchen Schwefel gethan, uud mit dem Dochte der Kerze an der Lampe verſchmolzen hat, bis der Phosphor nicht mehr leuchtet. Beym Gebrauche entzünden ſich die herausgezogenen Kerzen von ſelbſt. Bey Verſertigung ſolcher Kerzen kann man wegen ſonſt zu beſürchtender Unglücksfälle diejenigen Vorſichtsregeln anwenden, die D. **Ingenhouß** *) vorſchreibet. Das tragbare Feuer iſt eine Fläſchgen mit einer engen Mündung zur Hälfte mit Phosphor angefüllt; das Gas wird leicht bedeckt aber offen an einen warmen Ort geſtellet, damit der Phosphor oben auf eine anfangende Zerſetzung erleide, und braun werde; dann ſtopft man das Glas zu. Wenn man nun mit dem Schwefelhölzgen in die Maſſe des Phosphors drückt, ſo daß etwas davon daran hängen bleibt, und dieß dann herauszieht und an die Luft bringt, ſo zieht es Feuchtigkeit an, erhitzt ſich damit bis zur Entzündung des Phosphors, und das Schwefelhölzgen wird in Brand geſetzet.

Im Waſſer löſet ſich zwar der Phosphor nicht auf, allein er zerſetzet ſich doch einiger Maßen darin; er verlieret ſeine Durchſichtigkeit, wird gelb und mit einer ſtaubigen Rinde bedeckt. Das Waſſer wird ſäuerlich, zumahl wenn es dem Zugange der freyen Luft oft ausgeſetzet wird, und gibt

*) Vermiſchte Schriften durch Molitor. Wien 1784. B. I. S. 228.

gibt einen im Dunkeln leuchtenden Dampf, wenn man es bewegt. Es ſcheinet, daß das Waſſer hierbey eine Zerſetzung erleide, und daß ein Theil Phosphor mit dem Sauerſtoffe des Waſſers zur Säure werde; ein anderer Theil desſelben aber mit dem Waſſerſtoffe ſich verbinde. In den Oelen löſet ſich der Phosphor leicht auf, und ertheilet ſelbigen das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten, ohne ſich damit zu entzünden. Beſonders ſtark leuchtet ſeine Auflöſung im Nelkenöl.

Die mineraliſchen Säuren zerſetzen den Phosphor mit verſchiedener Kraft. Durch ſchwache Salpeterſäure läßt ſich der Phosphor nach **Lavoiſier** [a]) ohne Gefahr ganz zerſetzen, und in ſehr reine Säure mit ſtarker Vermehrung des Gewichtes verwandeln. Hierbey entzieht nämlich der Phosphor der Salpeterſäure einen Antheil des Sauerſtoffs, und wird dadurch zur Phosphorſäure, die Salpeterſäure wird zum Salpetergas.

Mit den ätzenden Laugenſalzen verbindet ſich der Phosphor in der Hitze unter ſtarkem Schäumen, und es treten Blaſen eines Gas hervor, die einen überaus unangenehmen Geruch und dieſe beſondere Eigenſchaft haben, daß ſie ſich von ſelbſt entzünden, ſo wie ſie die atmoſphäriſche Luft berühren, und die ſich mit dem pnevmatiſchen Apparate als Phosphorgas auffangen laſſen. M. ſ. **Gas, phosphoriſches.**

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** S. 265 u. f. S. 422. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. II. Halle 1794. 8. §. 1467 f.

Phosphorſäure, Kohlenſäure (acidum phosphoricum, phosphori, acide phosphorique) iſt eine eigene, von allen übrigen weſentlich verſchiedene Säure, welche **Marggraf** zuerſt im Urinphosphor entdeckte, welche aber auch nachher von **Gahn** [β]) aus den thieriſchen Knochen berei-

a) Mémoir. de Paris 1780. und in Crells chemiſchen Annalen 1787. B. I. S. 158.

β) Medic. Comment. einer Geſellſch. Aerzte in Edinburg Th. III. St. 1. Altenb. 1776. S. 97.

bereitet, und seitdem auch im Pflanzen- und Mineralreiche gefunden worden. **Scheele, de Morveau** [α]), **Dollfuß** [β]) lehrten ſie aus Knochen, und **Nicolas** [γ]) aus ſchwarz gebrannten Knochen bereiten.

Man erhält die Phosphorſäure am reinſten und beſten, wenn man den Phosphor unter gläſernen Glocken abbrennen läßt, deren innere Seite mit reinem Waſſer angefeuchtet worden iſt. Wenn die Glocke über Queckſilber ſteht, ſo erhält man die Phosphorſäure in feſter Geſtalt als kleine Flecken. Dieſe feſte Säure hat einen ſauren und ſcharfen Geſchmack, zieht die Feuchtigkeit aus der Luft ſtark an, und verwandelt ſich in eine ſchwere Flüſſigkeit, in die flüſſige Phosphorſäure.

Ihr ſaurer Geſchmack iſt ſehr ſtark, wenn ſie trocken iſt, nicht unangenehm, wenn man ſie mit Waſſer verdünnet hat, dem der Schwefelſäure ähnlich. Sie beſitzet eine große Feuerbeſtändigkeit, und fließt in der Hitze zu einer Art von Glas, deſſen eigenthümliches Gewicht nach **Bergmann** 2,687 iſt. Sie kann ſelbſt das ſtärkſte Glühefeuer vertragen, ohne verflüchtiget zu werden. An der Luft zieht ſie ſehr bald die Feuchtigkeit wieder an, und zerfließt; man muß ſie daher in einem wohl verſtopften Glaſe vor dem Zugange der Luft bewahren. Mit Waſſer erhitzt ſich die trockene Säure bey der Auflöſung.

Dieſe Säure verbindet ſich mit den Alkalien und Erden zu eigenen Neutral- und Mittelſalzen; mit dem Ammoniak insbeſondere gibt ſie das **phosphorſaure Ammoniak**, den **Phosphorſalmiak** (ammoniacum phosphoricum, alkali volatile phosphoratum, phosphas ammoniaci, phosphate d'ammoniaque), welches Neutralſalz ſich auch natürlich im Urin findet, und einen Beſtandtheil des ſo genannten **Harnſalzes** oder **mikrokosmiſchen Salzes** (ſal vrinae, ſal microcosmicum) ausmacht, das auch wegen ſeiner

α) Anfangsgründe der theoret. und praktiſch. Chemie. Th. III. S. 82.
β) Pharmaceutiſch-chemiſche Erfahrungen. Leipz. 1787. 8. S. 60 f.
γ) Journal de phyſique Tom. XII. 1778. Vol. II. S. 449 f.

ſeiner Schmelzbarkeit im Feuer, **ſchmelzbares Harnſalz** (ſal fuſibile vrinae) genannt iſt.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. II. §. 1421. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Cap. 8.

Photometer (photometrum, photométre). Eine eigene Vorrichtung, um damit die Intenſitäten des Lichtes leuchtender Gegenſtände zu meſſen.

Herr **Bouguer** bediente ſich unter dem Nahmen eines Photometers folgender Einrichtung, zwey Röhren (fig. 143.) ab und cd ſind inwendig ganz ſchwarz gemacht, in deren jede bey a und c eine Glaslinſe ſo befeſtiget iſt, daß ſie ſelbige gleichſam wie ein Deckel verſchließt, am andern Ende bey b und d iſt jede mit einem Deckel verſchloſſen, worin ſich ein kreisrundes Loch von 3 bis 4 Linien im Durchmeſſer befindet, das mit einem Stückchen von feinem weißen Papier oder matt geſchliffenem Glaſe bedeckt iſt. Jede von beiden Röhren kann man alsdann gegen ein eigenes leuchtendes Objekt richten, damit das deutliche Bild davon auf das weiße Papier oder das matte Glas bey b und d falle. Am beſten wird alſo eine jede von beiden Röhren aus zwey in einander geſchobenen Stücken zuſammengeſetzet, damit man ſie verlängern und verkürzen kann, um jedes Mahl ein Paar deutliche Bilder zu haben. Durch Bedeckung eines Theiles der Oeffnung des einen dem Objekt zugekehrten Glaſes kann man es ferner dahin bringen, daß beide Bilder gleich helle erſcheinen. Setzt man alsdann die Entfernung des Bildes von dem erſten Glaſe $= \beta$, die des andern Glaſes $= \alpha$, die halbe Breite des erſten Glaſes $= \gamma$, und die andere $= \delta$, und den Glanz beider Objekte S, ſ, ſo findet man auf ſolche Art das Verhältniß des Glanzes beider Objekte S : ſ $= \frac{8^2}{\beta^2} : \frac{\delta^2}{\alpha^2}$. Die Linſen, welche die beiden Röhren enthalten, wählt man ſo viel möglich ſo, daß ſie einander gleich und ähnlich ſind, welche folglich gleiche Brennweiten beſitzen.

Bey

Bey weit entlegenen Objekten iſt beynahe $\beta^2 = \alpha^2$, und dahe S : $\mathfrak{ſ} = \gamma^2 : \delta^2$.

Dieſer Lichtmeſſer wird noch einfacher, wenn man beide Röhren (fig. 144.) bey fg vermittelſt eines Gewindes zuſammenſetzet, damit man jede davon gegen ein beliebiges Objekt richten kann; nur eine dieſer Röhren ac wird ſo eingerichtet, daß man ſie nach Gefallen länger als die andere machen kann. Bey c und d ſind die runden mit weißem Papier oder mattem Glaſe bedeckten Löcher: die Glaslinſen bleiben weg, und ſtatt derſelben ſind in der Mitte der Deckel bey a und b kreisförmige Oeffnungen von gleicher Größe, etwa von einem Zoll im Durchmeſſer. Man richte die Röhre db gerade gegen dasjenige Objekt, welches den ſchwächſten Glanz hat, und ca gegen dasjenige, welches am ſtärkſten glänzt. Wenn alsdann, wie hier angenommen werden muß, beide Objekte eine ſo große ſcheinbare Ausdehnung haben, daß das Auge aus den Stellen c und d keines von beiden durch die Oeffnungen a und b überſehen könnte, ſo wird c ſtärker als d erleuchtet ſeyn, wenn beide Röhren gleich lang ſind. Um alſo die Erleuchtung in c zu vermindern, verlängere man die Röhre ca, bis c, und d wird gleich helle werden; alsdann iſt das **Verhältniß des Glanzes beider Objekte einerley mit dem Verhältniſſe der Quadrate der Längen beider Röhren.**

Weil aber dieſe Vorrichtung keine völlig genauen Reſultate gewähret, ſo hat ſich in den neueſten Zeiten der Herr **Benjamin Thompſon, Grafen von Rumford** veranlaßt gefunden, eine genauere Einrichtung anzugeben, welche ganz eigentlich den Nahmen eines **Photometers** verdient *). In einem hölzernen Gehäuſe (fig. 145.) abcd, das 7¼ Zoll breit, 10½ Zoll lang, und 3¼ Zoll in Lichten hoch

*) Beſchreibung einer neuen Methode, die comparativen Intenſitäten des Lichtes leuchtender Körper zu meſſen, vom Hrn Generallieutenant Benjamin Thompſon, Grafen von Rumpford; in Grens neuem Journale der Phyſik. B. II. S. 15 u. f.

hoch iſt, iſt die innere Fläche allenthalben ſchwarz angeſtrichen, außer auf der hintern Wand. An dieſer hintern Wand befindet ſich in einer Falze eine geſchliffene Glasſcheibe, auf welcher weißes Papier aufgeklebet iſt, welches der Graf das **Feld** nennet. Die Glasſcheibe iſt $5\frac{1}{2}$ Zoll breit, und eben ſo hoch wie das Gehäuſe; das Feld des Inſtrumentes aber behält ſeine gehörige Breite durch einen Schirm von ſchwarzer Pappe, welcher vor die vordere Fläche des überzogenen Glaſes unmittelbar geſtellet wird, und worein ein kreisförmiges Loch g von $1\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmeſſer geſchnitten iſt. Uebrigens muß dieſer Schirm weit genug ſeyn, um die ganze Fläche der Hinterwand des Gehäuſes zu bedecken, und kann an ſeinem Standorte durch Falze in den Seitenwänden des Gehäuſes feſt gehalten werden, worin man ihn hinabſchiebt. Der Boden des Gehäuſes ſteht vermittelſt einer Nuß auf einem Stativ; oben iſt es mit einem in Angeln beweglichen Deckel verſchloſſen, damit es leicht geöffnet werden kann, um im nöthigen Falle die darin enthaltene Geräthſchaft zu ändern. Die Vorderſeite dieſes Gehäuſes iſt auch verſchloſſen, an welchen aber zwey horizontale Röhren dhik und lmnc befeſtiget ſind, deren Axen unter einem Winkel von 60° ſo ſtehen, daß dieſe verlängerten Axen ſich in dem Mittelpunkte x des Feldes ſchneiden. Zwiſchen dieſen beiden Röhren iſt in der Mitte der Vorderwand des Gehäuſes eine Oeffnung angebracht, durch welche man nach dem Felde ſiehet. Vor dem Felde $2\frac{7}{10}$ Zoll davon ſtehen auf dem Boden des Gehäuſes zwey Cylinder p und q ſenkrecht in paralleler Lage mit der Hinterwand des Gehäuſes, welche von ihrem Mittelpunkte der Grundfläche aus 3 Zoll von einander abſtehen. Wenn die bey dem Verſuche gebrauchten Lichter gehörig geſtellt ſind, ſo werfen dieſe beiden Cylinder vier Schatten auf das weiße Papier des Feldes; zwey davon ſind genau in der Mitte dieſes Feldes in Berührung, und auf dieſe allein muß Rückſicht genommen werden. Die beiden übrigen Schatten kann man leicht dadurch verſchwinden machen, daß man das Feld ſchmal macht, da alsdann die Schatten auf die ge-

ſchwärzte Fläche fallen, wo ſie unſichtbar ſind. Hat jeder Cylinder $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmeſſer und $\frac{2}{10}$ Zoll in der Höhe, ſo iſt die Breite des Geſichtsfeldes von $2\frac{7}{10}$ Zoll hinreichend; überdieß muß die Höhe des Geſichtsfeldes nicht über $\frac{2}{10}$ Zoll mehr als die Höhe des Cylinders betragen, weil ſonſt das Licht wegen der zu ſtarken Blendung nachtheilig ſeyn würde. Um nun die Lichter leicht und genau ſtellen zu können, iſt durch die Mitte des Feldes von oben nach dem Boden zu eine feine ſchwarze Linie gezogen, und eine andere horizontale, welche jene unter einem rechten Winkel ſchneidet, in der Höhe der erweiterten obern Grundflächen der Cylinder. Berühren alsdann die obern Grenzen der Schatten die horizontale Linie, ſo ſtehen die Lichter in der gehörigen Höhe, und wenn ſich ferner die beiden Schatten einander in der Mitte des Feldes berühren, ſo ſtehen die Lichter in der gehörigen Richtung.

Die beiden Cylinder ſind um ihre Axe beweglich, und jeder iſt noch mit einem Flügel r und ſ von $\frac{1}{2}\frac{1}{0}$ Zoll Breite und $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke, und von gleicher Höhe, als die Cylinder ſind, verſehen, und daran genau befeſtiget, um dadurch die Schatten in jedem Falle auf einerley Durchmeſſer zu bringen, weil ſich alsdann leichter beurtheilen läßt, ob die Schatten von gleicher Dichtigkeit ſind. Gewöhnlich ſteht dieſer Flügel in der Mitte des Schattens des Cylinders, in welcher Lage er ganz unwirkſam iſt; iſt es aber nöthig, den einen Durchmeſſer des Schattens zu vergrößern, ſo wird der dazu gehörige Cylinder ſo lange um ſeine Axe gedrehet, bis der Flügel aus der Axe des Schattens tritt, und dadurch den Schatten zur nöthigen Breite bringt. Hierbey muß immer der Cylinder auswärts gedrehet werden, oder ſo daß die Zunahme der Breite des Schattens an der äußern Seite deſſelben Statt findet, nicht an der innern, wo beide Schatten an einander grenzen. Durch Hülfe dieſer Flügel können die Größen der Schatten ſo zunehmen, daß ſie das ganze Feld bedecken. Uebrigens müſſen dieſe Cylinder beſtändig genau perpendikular auf dem Boden

den des Gehäuſes ſtehen, und mit einer ganz ſchwarzen Farbe überzogen ſeyn.

Um die Lichter mit größerer Genauigkeit und Leichtigkeit dem Photometer nähern oder mehr davon entfernen zu können, ſind mit dem Geſtelle, welches das Photometer trägt, zwey lange und ſchmale, aber ſtarke und feſte Tiſche A und B feſt verbunden, in deren Mitte ein gerader Falz läuft, worin ein beweglicher Schieber C, auf welchen das Licht geſtellet wird, durch Hülfe einer Schnur gezogen wird. Dieſe Schnur iſt hinten und vorne an dem Schieber befeſtiget, geht an jedem Ende des Tiſches über Rollen, und unten um einen Cylinder, welcher mit einer Kurbel verſehen iſt, und dem Ende des Tiſches beym Photometer ſo nahe ſtehet, daß ihn der Beobachter drehen kann, ohne das Auge vom Geſichtsfelde abzuwenden. Dieſe Einrichtung gewähret folgende Vortheile: 1) kann der Beobachter die Lichter bewegen, wie er es für nöthig findet, ohne dazu einen Gehülfen zu gebrauchen, und ohne ſelbſt das Auge von dem Schatten abzuwenden; 2) iſt jedes Licht ſtets genau in der Richtungslinie, in welcher es ſeyn muß, damit die Schatten in der Vertikalebene des Photometers in Berührung kommen; und 3) kann die Bewegung der Lichter allgemach und ſanft geſchehen, ohne auf ſie ſelbſt Einfluß zu haben, oder ihren Glanz zu vermehren und zu vermindern.

Dieſe Tiſche, welche 10 Zoll breit und 35 Zoll hoch ſind, und von den der eine 12 Fuß und der andere 20 Fuß lang iſt, werden unter einem Winkel von 60 Grad gegen einander, und ſo gegen das Photometer geſtellt, daß Linien längſt ihrer Mitte gezogen und gehörig verlängert genau in einem Punkte in der Mitte der Vertikalebene oder des Feldes des Photometers zuſammenſtoßen; von dieſem Punkte an werden die Entfernungen der Lichter gemeſſen. Die Seitenwände der Tiſche ſind in Zolle getheilet, und ein Vernier, welcher Zehntelzolle zeigt, iſt an jedem Schieber, von welchem die Lichter getragen werden, angebracht.

Auf den Schiebern laſſen ſich die Lichter höher und niedriger ſtellen, um ſie beſtändig in einerley Horizontalebene mit

den

den obern Grundflächen der Cylinder des Photometers zu haben. Damit die Bewegung dieſer Schieber auf dem Tiſche ſo ſanft als möglich ſey, gleiten ſie auf parallelen Meſſingdrähten, die 9 Zoll von einander ſtehen, $\frac{1}{10}$ Zoll etwa im Durchmeſſer haben, wohl polirt, und auf dem Tiſche von einem Ende zum andern befeſtiget ſind.

Um mit dieſem Photometer die relativen Intenſitäten des Lichtes leuchtender Körper gehörig zu meſſen, hat der Graf bey der Anwendung desſelben aus der Erfahrung gefunden, daß man dabey folgende Vorſichtsregeln in Acht zu nehmen habe: 1) wenn das ſchwächere Licht von zwey Lampen, deren Intenſitäten verglichen werden ſollen, faſt ſo ſtark iſt, als das einer gemeinen Wachskerze, ſo iſt es am vortheilhafteſten, dasſelbe 30 bis 36 Zoll vom Mittelpunkte des Feldes entfernt zu ſtellen, und ſo verhältnißmäßig näher oder ferner, je nachdem es ſchwächer oder ſtärker iſt. Denn ſind die Lichter zu nahe, ſo ſind die Schatten nicht gut begrenzt, und wenn jene zu fern ſind, ſo ſind dieſe zu ſchwach; 2) iſt es zur Erleichterung der Rechnung vortheilhaft, ein Licht von einem gewiſſen Grade der Stärke als ein Maß anzunehmen, womit alle andere verglichen werden können. Hierzu hat der Graf eine argandiſche Lampe gewählet, welche eine beträchtliche Zeitlang das Licht weit gleichförmiger ausſtrömt, als irgend eine andere Lampe, und noch mehr als irgend eine Kerze. Dieſe ſtellt er auf das bewegliche Geſtell des Photometers vom Mittelpunkte des Feldes auf 100 Zoll ab, nimmt alsdann ein cylindriſches Wachslicht von bekanntem Gewicht und Stärke, welches angezündet, geputzt, und dahin gebracht iſt, daß es mit dem größtmöglichen Grade von Helligkeit brennt, ſtellt es jener in einer gewiſſen gegebenen Entfernung (33 Zoll) gegen über, und zieht hiernächſt das Draht der Lampe mehr hinein oder heraus, je nachdem es nöthig iſt, bis die correſpondirenden Schatten der Lampe und der Kerze genau von einerley Dichtigkeit ſind. Alsdann wird die Wachskerze zum fernern Gebrauche aufgehoben. Dieſe beiden

den Lichter, nämlich die argandiſche Lampe und Wachskerze, nennt der Graf **Probelichter** (standard).

Mit dieſem Apparate hat der Graf verſchiedene Verſuche über die Schwächung des Lichtes beym Durchgange durch die Luft, durch Glas, und bey ſeiner Reflexion von einem gläſernen Planſpiegel angeſtellt. M. ſ. **Licht.**

Photometrie (photometria, photométrie) heißt diejenige Wiſſenſchaft, welche ſich mit der Ausmeſſung der Stärke des Lichtes beſchäftiget. **Lambert** war der erſte, welcher dieſe Lehre mit glücklichem Erfolge bearbeitete, und ſeit dieſer Zeit iſt ſie als ein Theil der optiſchen Wiſſenſchaften betrachtet worden.

Bouguer führet an, daß ſchon **Huygens** einen Verſuch gemacht habe, das Licht der Sonne mit dem des Sirius zu vergleichen. M. ſ. **Fixſterne.** Auch ein pariſer Capuziner, **Franziſcus Maria**, gab im Jahre 1700 eine kleine Schrift, nouvelles decouvertes ſur la lumière, heraus, worin er glaubte, daß das Licht, welches durch mehrere Gläſer gehet, in arithmetiſcher Progreſſion abnehme, und ſuchte dieſem gemäß die Stärke des Lichtes durch die Anzahl der Gläſer, die es ganz unmerklich machten, zu beſtimmen. **Celſius** zu Stockholm gab den Vorſchlag, die Stärke des Lichtes zu meſſen: man ſolle durch Hülfe der Erleuchtung, welche nöthig iſt, um Objekte in verſchiedenen Entfernungen deutlich zu ſehen, auf die Stärke des Lichtes ſchließen. Allein alle dieſe Methoden hatten noch viel zu viel Unbeſtimmtes, um die Stärke des Lichtes dadurch genau zu erhalten.

Der erſte, welcher hierin mehr, als alle vorhergehende Naturkündiger, leiſtete, war **Bouguer**, welcher hierzu durch einen Aufſatz von **Mairan** *), in welchem das Verhältniß des Sonnenlichtes zur Zeit des Sonnenſtillſtandes als bekannt war angenommen worden, veranlaſſet wurde. Dieſe ſeine Unterſuchungen öffneten ihm ein ganz neues Feld optiſcher Kenntniſſe. Seine erſte Arbeit erſchien im Jahre 1729 unter dem Titel, eſſai d'optique, welche gleichſam nur eine Vor-

*) Mémoir. de Paris. 1721.

Vorbereitung zu einem größern Werke war, an welchem er unter vielen andern Beſchäftigungen bis zu ſeinem 1758 erfolgten Tode gearbeitet hat. Die Herausgabe dieſes Werkes wurde von ſeinem Freunde, **de la Caille**, beſorget *). Es iſt auch zu Wien 1762 ins Lateiniſche überſetzet worden.

Zu gleicher Zeit erſchien auch über den nämlichen Gegenſtand in Deutſchland das ſchöne Werk von **Lambert** β), welches in Rückſicht ſyſtematiſcher Gründlichkeit und Vollſtändigkeit, an tieferer mathematiſcher Berechnung, und ſogar an Erfindung und Benutzung der dienlichen Verſuche dem franzöſiſchen vorzuziehen iſt. In dem erſten Theile ſetzet **Lambert** die erſten Gründe und Begriffe dieſer Wiſſenſchaft feſt. M. ſ. **Licht.** In dem 2ten Theile redet er von den Veränderungen, welche das Licht beym Durchgange durch durchſichtige Körper, beſonders durch Glas, leidet. Der dritte Theil enthält die Berechnung des von undurchſichtigen Körpern, beſonders von Spiegeln, zurückgeworfenen Lichtes, und der fünfte von der Zerſtreuung des Lichtes durch die Atmoſphäre. Alle dieſe Unterſuchungen ſind ganz neu. Der vierte und ſechſte Theil betreffen die Lehren von der geſehenen Helligkeit, beſonders durch Fernröhre und die Erleuchtung unſers Sonnenſyſtems, von welchen bereits manche ſchöne Unterſuchungen waren angeſtellet worden. Der letzte Theil endlich enthält Rechnungen und Verſuche über die Stärke des gefärbten Lichtes und des Schattens.

Auszüge aus **Bouguer's** und **Lamberts** Schriften findet man in **Prieſtley's** vom Herrn **Klügel** überſetzten und vermehrten Geſchichte der Optik. Aus den beiden Schriften der Herrn **Bouguer** und **Lambert** hat Herr **Karſten** die ganze Photometrie im 8ten Bande ſeines Lehrbegriffs der geſammten Mathematik ausgeführet.

Phyſik, Naturlehre, Naturkunde, Naturwiſſenſchaft (phyſica, phyſice, philoſophia naturalis,

 phy-

*) Traité d'optique ſur le gradation de la lumière de Mſ. *Bouguer* Paris 1760. 4.

β) Photometria ſ. de menſura et gradibus luminis, coloris et vmbrae. Auguſt. Vindelic. 1760. 8.

phyſique). Im allgemeinſten Verſtande begreift man unter dieſen Nahmen die Wiſſenſchaft von den Eigenſchaften aller erſchaffenen Dinge. In dieſer Bedeutung begreift alſo die Naturlehre nicht allein Gegenſtände äußerer Sinne, ſondern auch denkende Weſen. In dieſem weitläuftigen Verſtande würde der Umfang dieſer Wiſſenſchaft ſo groß ſeyn, daß kaum ein Menſchenalter hinreichend wäre, nur den nöthigen Unterricht darin zu erhalten. Dieſerwegen iſt es nothwendig geworden, ſie in verſchiedene nicht unbeträchtliche Theile abzutheilen, und unter dem Nahmen der eigentlichen Phyſik oder Naturlehre nur diejenige Wiſſenſchaft zu verſtehen, welche ſich mit den Eigenſchaften der Dinge äußerer Sinne beſchäftiget. Selbſt in dieſer Bedeutung iſt ſie zum gewöhnlichen Unterrichte auf Akademien noch zu weitläuftig, und muß daher in einem noch etwas engern Verſtande genommen werden.

Bey der Claſſifikation der verſchiedenen Theile der Naturwiſſenſchaft findet aber ſehr viel Willkürliches Statt; daher kommt es, daß verſchiedene Naturlehrer dieſelben auch ſehr verſchieden beſtimmen. Meines Erachtens ließe ſich die Claſſifikation ſo machen. Weil unſere Kenntniß von Dingen entweder **hiſtoriſch** oder **rational** iſt, ſo ließe ſich auch die Naturlehre in die **hiſtoriſche** und **rationale Naturlehre** abtheilen. Es müßte daher die hiſtoriſche Naturlehre eine ſyſtematiſche Aufzählung der Naturdinge enthalten. Dieſe Naturdinge können aber ſolche ſeyn, welche ſind, oder welche geweſen ſind; mithin würde ſich die hiſtoriſche Naturlehre wieder in zwey andere Theile zerlegen, deren erſte die **Naturbeſchreibung** im weitläuftigſten Sinne, und der andere die **Geſchichte der Natur** heißen könnte. Die Naturbeſchreibung beſchäftiget ſich demnach mit der bloßen Aufzählung, Benennung und Eigenſchaften nicht allein derjenigen Körper, welche in die ſo genannten drey Reiche der Natur gehören, ſondern auch der einfachen Stoffe oder Beſtandtheile nach ihrer Aehnlichkeit und Verſchiedenheit, und der Geſtirne; daher theilet ſich wiederum die Naturbeſchreibung in

die **Naturgeſchichte**, **Chemie** und **Aſtrognoſie** ab. Was endlich die **rationale Naturlehre** betrifft, ſo würde ſich dieſe mit Aufſuchung der Urſachen der Veränderungen der natürlichen Dinge, welche in den Eigenſchaften derſelben gegründet ſind, beſchäftigen. Und eben die rationale Naturlehre iſt es, welche nach Uebereinſtimmung aller Phyſiker die gewöhnliche Phyſik ausmacht. Nur über die Grenzlinie dieſer Wiſſenſchaft ſind die Naturforſcher nicht einig, indem die ganze Naturbeſchreibung ſo ſchweſterlich damit verknüpfet iſt, daß es ſeine Schwierigkeiten hat, beſtimmte Grenzen anzugeben. Die Erfahrung lehret uns hinlänglich, daß die Körper unſerer Sinnenwelt mit Kräften begabet, und eben dadurch in einem ſteten Zuſammenhange ſind. Bey genauerer Unterſuchung findet man eine beſtändige Veränderung vom aufgehobenen Gleichgewichte und von wieder hergeſtellter Ruhe. Daher entſtehen Bewegungen, Veränderungen des Ortes und der Lage der Körper gegen einander, wodurch vorzüglich die merkwürdigſten Naturbegebenheiten erfolgen. Hieraus ſieht man, daß es für die Naturlehre ein Hauptgeſchäft iſt, die Größen der Kräfte, der Bewegungen und der daher rührenden Wirkungen zu ermeſſen und mit einander zu vergleichen. Daß dieß aber ein Gegenſtand der Mathematik ſey, weiß ein jeder. Es iſt daher dem Naturforſcher die Mathematik unentbehrlich. Dieß erkannten ſchon diejenigen, welche die erſten phyſikaliſchen Lehrbücher zu entwerfen anfingen, und brachten daher einen großen Theil der angewandten Mathematik in ihre Lehrbücher. Erſt in den neuern Zeiten verfiel Herr **Karſten** auf den Plan, die mathematiſchen Lehren der Phyſik zu entreiſſen, nicht bloß ihrer Weitläuftigkeit halber, ſondern vorzüglich aus dem Grunde, weil ſich die eigentliche Phyſik nicht mit **Quantitäten**, ſondern mit **Qualitäten** beſchäftige, und weil es ſelbſt ganz wider die Methode ſey, einerley Lehren zugleich zur angewandten Mathematik und zur Phyſik zu rechnen, und in zweyerley Vorleſungen eben dasſelbe unter verſchiedenen Nahmen zu lehren. Allein er ſelbſt hat dieſen Plan in ſeiner Anleitung in den erſten acht

Abſchnitten nicht befolget, indem er darin vieles vorgetragen, was hiernach ganz hätte wegbleiben ſollen.

Dagegen aber hat Herr **Scheibel** auf Veranlaſſung einer von der fürſtlich jablonowskiſchen Societät der Wiſſenſchaften zu Leipzig aufgegebenen Preisfrage *) behauptet, daß die mathematiſche Betrachtung von der Kenntniß der allgemeinen Eigenſchaften und Veränderungen der Körper unzertrennlich ſey, und müſſe in der Phyſik beybehalten werden, wenn der Unterricht in ſelbiger nicht zu einem Spielwerke mit Verſuchen herabſinken ſolle. Eine beſondere angewandte Mathematik gebe es gar nicht; was man ſo nenne, ſey daher entſtanden, weil es bequem ſey, die Auflöſung arithmetiſcher und geometriſcher Aufgaben, welche bey den phyſikaliſchen Verſuchen vorkommen, von den letztern zu trennen, wie z. B. die Betrachtung des Weges geworfener Körper, die Höhenmeſſung mit dem Barometer u. dergl. **Karſten** hat noch kurz vor ſeinem Tode in einem eigenen Aufſatze die Ausſchließung der Mathematik aus der Phyſik vollſtändig aus einander zu ſetzen, und zu rechtfertigen geſuchet **). Allein ſo viele Gründe er auch für ſeine Meinung beygebracht hat, ſo iſt doch die Ausſchließung der Anwendung der Mathematik in der Phyſik ganz unmöglich. Denn beynahe alle Beobachtungen und Verſuche erfordern mathematiſche Beſtimmungen, und die aus ſelbigen abgeleiteten Geſetze können ohne Mathematik gar nicht vollſtändig und beſtimmt dargeſtellet werden. Die Naturgeſetze beruhen aber bloß auf den Kräften der natürlichen Körper, nämlich auf Anziehung und Zurückſtoßung. Es erfordert daher die eigentliche Phyſik einen reinen Theil, welcher dem empiriſchen zum Grunde lieget, und welcher bloß auf Erkenntniß der Naturdinge a priori beruhet. Nun ſagt Herr

Kant

*) Super quaeſtionibus de philoſophiae naturalis ambitu, limitibus et ſyſtemate; in actis ſocietatis Jablonoulanae Tom. VI. p. 183 ſq.

**) Vom eigenthümlichen Gebiete der Naturlehre; in ſeinen phyſ. chemiſch. Abhandlung. Heft 1. Halle 1786. 8.

Kant *), etwas a priori erkennen, heißt, es aus ſeiner Möglichkeit erkennen. Die Möglichkeit beſtimmter Naturdinge kann aber nicht aus ihren bloßen Begriffen erkannt werden; denn aus dieſen kann zwar die Möglichkeit des Gedankens (daß er ſich ſelbſt nicht widerſpreche), aber nicht des Objektes, als Naturdinges, erkannt werden, welches außer dem Gedanken (als exiſtirend) gegeben werden kann. Alſo wird, um die Möglichkeit beſtimmter Naturdinge, mithin um dieſe a priori zu erkennen, erfordert, daß die dem Begriff correſpondirende Anſchauung a priori gegeben werde, d. i. daß der Begriff conſtruiret werde. Nun iſt die Vernunfterkenntniß durch Conſtruktion der Begriffe mathematiſch. Alſo mag wohl eine reine Philoſophie der Natur überhaupt, d. i. diejenige, die nur das, was dem Begriffe einer Natur im allgemeinen ausmacht, unterſuchet, auch ohne Mathematik möglich ſeyn, aber reine Naturlehre über beſtimmte Naturdinge iſt nur vermittelſt der Mathematik möglich, und da in jeder Naturlehre nur ſo viele eigentliche Wiſſenſchaft angetroffen wird, als ſich darin Erkenntniß a priori befindet, ſo wird auch die Naturlehre nur ſo viele eigentliche Wiſſenſchaft enthalten, als Mathematik in ihr angewendet werden kann. Dahin gehören aber die allgemeinſten Eigenſchaften der Körper, als z. B. der Bewegung, Undurchdringlichkeit, Schwere u. dergl. Daraus folgt alſo unläugbar, daß in jeder Phyſik nothwendig Mathematik angewendet werden müſſe.

In vielen Fällen beruhet die Erforſchung der Eigenſchaften und der daher rührenden Wirkungen auf der Kenntniß der einfachen Beſtandtheile, welche in ihrer Verbindung einen Körper ausmachen, und auf der Art und Weiſe ihrer Verbindung und Verhältniſſe gegen einander. Daher ſetzet auch die eigentliche Phyſik chemiſche Kenntniſſe voraus. Zu der Zeit, da man phyſikaliſche Lehrbücher abzufaſſen anfing, hatte die Chemie kaum die Form einer Wiſſen-

*) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. Riga 1787. 8. Vorrede S. IX.

Wiſſenſchaft erhalten; daher war dieſe von der Phyſik gänzlich abgeſondert. Auch war es ſchon von Alters her gewöhnlich, die mathematiſchen Betrachtungen der vornehmſten Objekte unter dem Nahmen der angewandten Mathematik, oder der mechaniſchen, optiſchen und aſtronomiſchen Wiſſenſchaften beſonders vorzutragen. Daher blieb für die eigentliche Phyſik nichts weiter übrig, als die Lehre von den allgemeinen Eigenſchaften der Körper, von den einfachen Stoffen, welche die bekannten vier Elemente der Ariſtoteliker waren, von der Elektricität, dem Magnetismus und den Lufterſcheinungen. Um nun die Lücken zwiſchen dieſen Lehren auszufüllen, brachte man die vorzüglichſten Lehren der angewandten Mathematik in die Phyſik. Auf dieſe Weiſe entſtand eine Wiſſenſchaft, welche bloß jene genannten Lehren verbunden mit den Theilen der angewandten Mathematik enthielt, mit gänzlichem Ausſchluſſe der Chemie und Naturgeſchichte. Hiernach ſind ſehr viele vortreffliche Lehrbücher von **Muſſchenbroek**, **s'Graveſande**, **Deſaguliers**, **Kraft**, **von Segner** und a. m. ausgearbeitet worden.

Neuere Entdeckungen, welche zur Phyſik gehören, und welche ohne Kenntniß der Chemie gar nicht verſtanden werden konnten, veranlaßten endlich auch die nothwendigſten chemiſchen Lehren mit in die Phyſik zu bringen. Die erſten, welche hierin die Bahn brachen, waren **Karſten** *) und **Lichtenberg** †). Die größere Vollkommenheit, welche die chemiſche Kunſt durch die bekannte neuere Chemie erhielt, hat auch ſelbſt die Phyſik zu einem höhern Grad der Vollkommenheit gebracht, indem daraus unläugbar erhellet, daß ſelbſt die Natur ſich ſehr vieler chemiſchen Prozeſſe bediene, Körper von eigener Art zu bilden.

Aus allen dieſen erſiehet man, daß zur genauern Kenntniß der natürlichen Körper, **Naturgeſchichte**, **Mathematik**

*) Anleitung zur gemeinnützlich. Kenntniß der Naturl. Halle 1783. 8.
†) Dritte Auflage der erxlebenſchen Anfangsgründe der Naturlehre. Götting. 1784. 8.

matik und **Chemie** erfordert wird. Nur ſind die Phyſiker unter ſich nicht einig, wie viel Mathematik und Chemie beym Vortrage ſelbſt in die Phyſik gebracht werden ſoll. M. ſ. die Artikel **Mathematik** und **Chemie**.

Nach den bisherigen Beſtimmungen ließe ſich alſo die eigentliche Naturlehre in die **allgemeine** und **beſondere** abtheilen. In die erſtere gehören ſodann die allgemeinen Eigenſchaften der Körper, als Bewegung, Gleichgewicht, Widerſtand u. dergl. in die andere aber die Lehren von den beſondern Stoffen und Körpern, als Licht, Wärme, Luft, Waſſer, elektriſcher und magnetiſcher Materie, der Erde, den Meteoren und Himmelskörpern.

In Anſehung der Geſchichte der Phyſik iſt hier nur nöthig, einiges von den Syſtemen im Allgemeinen anzuführen, indem die nöthigſte Erzählung von den Schickſalen, welche die Phyſik erfahren hat, bey jedem Artikel beſonders beygebracht wird.

Die Körper, mit welchen die Erdbewohner umgeben ſind, haben einen ſo großen Einfluß auf ſie, daß ſelbſt die erſten Menſchen ſich gar bald um ihre Eigenſchaften bekümmern mußten. Daraus entſtanden bey den allerälteſten Völkern Kenntniſſe, welche in die Phyſik gehören, dieſe Kenntniſſe mögen ſich aber wohl mehr auf die nöthigſte praktiſche, als auf wiſſenſchaftliche Bearbeitung der Körper bezogen haben; inzwiſchen ſind bey den Alten die Egypter, Phönicier, Chaldäer wegen ihrer aſtronomiſchen, mechaniſchen und chemiſchen Einſichten berühmt geweſen. Die Lehrer und Kenner dieſer Wiſſenſchaften wurden **Weiſe** (Magi, ſophi) genannt, wofür die Griechen den beſcheidenern Nahmen **Freunde** oder **Befließene der Weisheit** (philoſophi) ſetzten.

In den Schulen der Griechen wurde die Phyſik als ein weſentlicher Theil der Philoſophie angeſehen, und ganz wiſſenſchaftlich behandelt. Hier hat man auch den eigentlichen Urſprung der Syſteme und Theorie zu ſuchen. Allein ihre Liebe zu erklären, und die Urſache von Dingen anzugeben,

geben, war bey ihnen übertrieben, und ſie vernachläſſigten dadurch den Weg, ſich phyſiſche Kenntniſſe zu erwerben. Daher findet man in den phyſikaliſchen Schriften der alten Griechen ſo viele Subtilitäten, und mehr Träume, als gründliche Belehrungen. Indeſſen werden doch auch von den Alten ſchon Meinungen vorgetragen, welche man in den neuern Zeiten wieder angenommen hat. So war z. B. das copernikaniſche Weltſyſtem ſchon ein Gedanke des **Pythagoras**, ſo lehrten **Leucipp** und **Demokrit** die Atomen oder erſten Körperchen der Materie, welche Lehre ſich noch jetzt in ſo großem Anſehen erhält; ſo ſagt **Ariſtoteles**, daß das Licht dem Schalle ähnlich ſey u. ſ. f. **Dutens** hat ſogar faſt alle Erfindungen und Meinungen der Neuern bey den Alten finden wollen; allein das Uebertriebene dieſes Verfahrens hat ſehr gut **Engel** *) gezeiget.

Auch haben die Griechen den Weg der Beobachtungen nicht ganz vernachläſſiget. Dieß beweiſen vorzüglich des **Hippokrates** Schriften, in welchen eine ſo muſterhafte Methode zu beobachten und aus den Erfahrungen zu ſchließen angetroffen wird. Wenn dieſe Methode aus der Arzneykunde auch in andern Theilen der Naturlehre wäre befolget worden, ſo würden die phyſikaliſchen Schriften der Alten für die Phyſik eben das geworden ſeyn, was jetzt die Schriften des **Hippokrates** für die praktiſche Heilkunde ſind. Allein man war zufrieden, die Natur ſo zu betrachten, wie ſie ſich von ſelbſt zeigte, und ſetzte die Verſuche ganz auf die Seite, welche doch ſo viel zur Entdeckung der Eigenſchaften der Körper beytragen. Ueberdieß war ſelbſt der Beobachtungskreis durch die Schwierigkeiten der Mittheilung entlegener Örter ſehr beſchränkt, und diejenigen, welche die Beobachtungen noch am meiſten zu ſammeln ſich bemüheten, wurden ſelbſt durch unwiſſende und pralende Reiſende oft mit fabelhaften Erdichtungen hintergangen.

Unter

*) Der Philoſoph für die Welt. 1tes Stück. Leipzig 1775. 8.

Unter den Römern hat **Lucrez** das epikuräiſche Syſtem in einem Gedichte *) und **Seneca** einige phyſikaliſche Unterſuchungen nach den Grundſätzen der Stoiker vorgetragen †). Auch Plinius der ältere hat in ſeinen 37 Büchern der Naturgeſchichte phyſikaliſche Beobachtungen und Meinungen zuſammen geſammelt, wiewohl er oft eine ſchlechte Auswahl getroffen hat. Mit dem Verfall des römiſchen Reichs aber fielen auch die Naturlehre und die ſtoiſche Philoſophie.

Nach der großen Barbarey erhielten ſich noch bey den Arabern einige mit der Phyſik verbundene mathematiſche und mediciniſche Kenntniſſe, welche man größtentheils aus den Schriften der Alten genommen, aber mit vielen aſtrologiſchen und fabelhaften Thorheiten vermengt hatte; deſſen ungeachtet ſind in dieſen dunkeln Zeiten einige wichtige Entdeckungen, als z. B. der Brillen, des Compaſſes, des Schießpulver gemacht worden. Die meiſten unter den Arabern aber waren unwiſſende Anhänger des Ariſtoteles. Nur einige wenige beſchäftigten ſich gründlich mit der Phyſik, und wurden daher als Zauberer angeſehen.

Selbſt eine geraume Zeit nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im Occident war die Verehrung der ariſtoteliſchen Schriften ſo groß, daß man alle andere Unterſuchungen ſchlechtweg verwarf. Die damahlige ſcholaſtiſche Philoſophie begriff zwar auch die Phyſik als einen Theil in ſich, allein ſie war in traurigem Zuſtande. Ohne nur irgend ein Naturgeſetz zu kennen, verfiel man auf leere und nichts bedeutende Terminologien, und glaubte die Erſcheinungen durch Worte zu erklären, welche entweder ganz ſinnlos waren, oder mit andern Worten eben dieſelbe Erſcheinung wieder ausdrückten. Dieß war der Fall bey den Erklärungen, welche aus der Abweichung gegen den leeren Raum,

*) De rerum natura lib. VI. cum interp. et notis *Tho. Creech.* Oxon. 1695. 8. Baſil. 1770. 8.

†) Quaeſtionum naturalium lib. VII, Venet. 1522. apud *Aldum.*

Raum, aus der plaſtiſchen Kraft, und den übrigen verborgenen Qualitäten der Scholaſtiker hergeleitet wurden.

Der erſte, welcher aus dieſen traurigen Zeiten einen ſichern Weg zeigte, zu einer genauern Kenntniß der natürlichen Dinge zu gelangen, war der Lord Kanzler, **Baco de Verulam**, deſſen Werke verſchiedene Mahl geſammelt worden ſind *). Seine inſtauratio magna ſ. de augmentis ſcientiarum enthält Gedanken über die Verbeſſerung aller Wiſſenſchaften, und beſonders über die Naturlehre; er gibt nämlich den Rath, die bisherigen Speculationen zu verlaſſen, und bloß aus den Erfahrungen zu ſchöpfen. Die Schrift, de interpretatione naturae, zählt die Gegenſtände auf, welche nach ſeinem Vorſchlage zu bearbeiten wären, und die hiſtoria ventorum gibt ein Beyſpiel ſeiner Methode.

Endlich wurde im 16ten Jahrhunderte der Grund zum Verfall der ſcholaſtiſchen Philoſophie durch die Bekanntmachung der copernikaniſchen Weltordnung gelegt, welche jedoch zur damahligen Zeit noch nicht allgemeinen Beyfall erhalten konnte. Zu Anfange des 17ten Jahrhunderts ſchienen die Umſtände für den gänzlichen Verfall dieſer Philoſophie günſtiger zu ſeyn. **Galilei**, ein Mann von ſcharfſinnigem Geiſte, entdeckte um dieſe Zeit, durch Erfahrung und richtige Anwendung der Mathematik, die wahren Geſetze der Bewegung fallender, geworfener und ſchwingender Körper. Auch machte er durch die neu erfundenen Fernröhre Entdeckungen am Himmel, welche ihn an der Wahrheit der copernikaniſchen Weltordnung gar nicht mehr zweifeln ließen. **Tycho de Brahe** hatte bereits die Sternkunde verbeſſert, und einen wahren Schatz von Beobachtungen geſammelt, aus welchen der berühmte würtenbergiſche Aſtronom, **Kepler**, ſeine vortrefflichen Geſetze entwickelte, welche die

*) *Franc. Baconis de Verulamio* ſcripta in naturali et vniuerſa philoſophia. Amſtel. 1662. 12 edit. *Jo. Arnoldi* Lipſ. 1694. fol. the philoſophical Works of *Francis Bacon* methodical and made engliſh by *Peter Shaw*. Lond. 1733. 4. Vol. I — III.

die Hauptgeſetze der Bewegungen der Planeten enthalten, und das copernikaniſche Syſtem in ein völliges Licht ſetzen. Auch machte dieſer große Geometer eine glückliche Anwendung der Geometrie auf die Erklärung des Sehens und der Erſcheinungen der Brechung des Lichtes, und kam dadurch dem wahren Geſetze der Brechung ſehr nahe. Zu dieſer Zeit ſchrieb auch der engliſche Arzt **Gilbert** über den Magnetismus und Elektricität, **Stevin** fand das Geſetz des Gleichgewichtes mehrerer Kräfte und des Drucks flüſſiger Körper, und **Willebrord Snellius** das wahre Geſetz der Strahlenbrechung.

Auch fing man nunmehr an, die Verſuche zu Hülfe zu nehmen. Dadurch entdeckte **Torricelli, Gallilei's** Schüler, im Jahre 1643 das Barometer; hiermit war zugleich die Entdeckung des Drucks der Luft der Atmoſphäre gemacht, und die ſcholaſtiſche Behauptung, von der Abweichung der Natur gegen den leeren Raum, völlig widerlegt. Ueberhaupt fing um dieſe Zeit die Experimentaluntersuchung in mehreren Ländern auf ein Mahl aufzuleben an. In Deutſchland erfand **Otto von Guerike** die Luftpumpe und die elektriſche Schwefelkugel, und **Kircher** und **Schott** ſammelten eine große Anzahl von Beobachtungen und Verſuchen; in Frankreich zeigte **Paskal** durch Erfahrung die Lehre vom Drucke der Luft, und der P. **Merſenne** unterſuchte die Schwingungen geſpannter Saiten, und brachte durch ſeinen ausgebreiteten Briefwechſel mehrere Gelehrten in nähere Verbindung. Alle dieſe Erfindungen wurden durch neue Verſuche von **Gaſſendi** und **Riccioli** beſtätiget. **Carteſius** ſtürzte endlich die ariſtoteliſche Philoſophie gänzlich. Dieſer um gründliche, ausgebreitete Kenntniſſe verdiente Mann benutzte die bis zu ſeiner Zeit gemachten Entdeckungen gegen die Ariſtoteliker mit einer unwiderſtehlichen Stärke der Gründe, und lehrte bey ſeinen großen Kenntniſſen der Mathematik ſehr viel Wahres und Nützliches. Seine Begierde, alles zu erklären, war aber ſo groß, daß er von dem eigentlichen Wege der Erfahrungen abgezogen wurde. Er

ſuchte bloß aus dem Begriffe der Materie und der Bewegung ein haltbares Syſtem aufzuführen, das zu ſeiner Zeit auch ſehr viel Anhänger gehabt hat. Mehrere ſeiner Meinungen findet man unter verſchiedenen Artikeln dieſes Wörterbuchs. Unter ſeinen Werken, welche zu Amſterdam 1692 — 1701. 4. herausgekommen ſind, gehören zur Phyſik ſeine principia philoſophiae, die Dioptrik, eine Schrift von den Meteoren und eine vom Menſchen.

Auf dem ein Mahl betretenen Wege der Experimentaluntersuchungen fuhren andere fort wichtige Entdeckungen zu machen, als **Boyle** in England, ſo wie **D. Hook**, **Grimaldi** und **Borelli** in Italien, **Pascal**, **Mariotte** und **Picard** in Frankreich. Nach und nach wurde der Eifer, die Natur gründlicher zu ſtudiren, immer größer, ſo daß ſich mehrere Gelehrte mit einander verbanden, und gelehrte Geſellſchaften bildeten, welche durch die Obern des Landes unterſtützet wurden. Auf dieſe Weiſe entſtanden in der Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts die londner Societät, die florentiner Academia del Cimento, und die pariſer Akademie der Wiſſenſchaften, welchen die Phyſik ſo viel zu verdanken hat.

In der andern Hälfte des ſiebenzehnten Jahrhunderts erhielt die Naturlehre durch die vortrefflichen Entdeckungen **Newton's** eine ganz neue Geſtalt. Dieſer ſuchte ſo viel möglich alle Hypotheſen, denen man bisher ſo ſehr ergeben war, zu entfernen, ging den richtigen Weg der Erfahrung, und erweiterte durch ſein erhabenes Syſtem die Naturlehre ganz ungemein. So ſehr auch dieſes Syſtem anfänglich angegriffen wurde, ſo hat es doch mit dem größten Triumph geſiegt. Es hatte nämlich die carteſianiſche Phyſik nicht lange erſt durch den Sieg über die Ariſtoteliker ein ſolches Anſehen erhalten, daß es ſchwer hielt, davon wieder abzugehen, beſonders da **Newton** Naturgeſetze aus Kräften entwickelte, die den Naturphiloſophen nicht in Kopf wollten, weil ſie einen beſondern Hang hatten alles zu erklären, und doch von den Kräften keine Urſache weiter entdecken konnten.

Selbſt

Selbſt bis zur Mitte des achtzehnten Jahrhunderts blieben verſchiedene Naturforſcher, beſonders einige Mitglieder der pariſer Akademie, carteſianiſch geſinnt. Ja man beſchuldigte ſogar **Newton** einer Wiedereinführung der verborgenen ſcholaſtiſchen Qualitäten, welches aber bloß von Mißverſtändniſſen herrührte. Endlich aber erhielt **Newtons** Syſtem von mehreren Seiten ſo viele Beſtätigung, daß es von allen als der Grund des mathematiſchen Theils der Phyſik betrachtet wird. Das Nöthigſte davon findet man in verſchiedenen Artikeln dieſes Wörterbuchs.

Nach dieſer Zeit iſt auch der mathematiſche Theil der Naturlehre vor allen übrigen vorzüglich bearbeitet worden. Auch die Chemie und Naturgeſchichte fing in dieſen Zeiten an, größere Fortſchritte zu machen; nur wurden ihre Lehren in der Phyſik noch zu wenig benutzt, und der chemiſche Theil der Naturlehre, welcher doch nicht weniger erheblich iſt, wurde faſt gänzlich vernachläſſiget. Erſt nach der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts fing man an, die Unentbehrlichkeit der chemiſchen Lehren lebhaft zu fühlen. Die erſte Veranlaſſung hierzu gaben die chemiſchen Erklärungen der Auflöſung des Waſſers in Luft, und der davon abhängenden Lufterſcheinungen, ſo wie die Lehre vom Feuer überhaupt. Ueberdieß erhielt man durch die Entdeckung der Luftarten (m. ſ. Gas) ganz andere Begriffe von der Luft, und machte es nothwendig, außer den mechaniſchen Eigenſchaften der Luft, auch die chemiſchen in Betrachtung zu ziehen. Dadurch ward man bewogen, die Chemie und Phyſik genauer mit einander zu verbinden, wodurch auch, wie die Erfahrung hinlänglich belehret, beide Wiſſenſchaften ungemein gewonnen haben.

Auch hat in den neuern Zeiten Herr **Kant** den Grund des bisher beliebten atomiſtiſchen Syſtems zu untergraben angefangen, und mit einer ihm eigenen Gründlichkeit gezeiget, daß das dynamiſche Syſtem mit dem allgemeinern Begriffe der Materie beſſer als die Atome zuſammenſtimmen. In dieſem Wörterbuche wird man beide Syſteme, beſon-

ders unter dem Artikel, **Grundkräfte**, mit einander verglichen finden, und Kenner, welche mehr, als ich, zu leiſten vermögen, werden beurtheilen können, ob das dynamiſche Syſtem die Naturbegebenheiten glücklicher, als das atomiſtiſche auf die erſten Gründe zurückführet.

Unter den ältern Lehrbüchern der Phyſik zeichnen ſich bereits die von **Sennert**[α]) dadurch aus, daß ſie ſich nicht an das ehemahlige ſcholaſtiſche Syſtem binden. Nach dem Syſteme des **Carteſius** haben beſonders **Clauberg**[β]), **Rohault**[γ]), und größtentheils **Sturm**[δ]), und mehr nach Verſuchen eben dieſer **Sturm**[ε]) und **Sengwerd**[ζ]) Lehrbücher entworfen. Nach **Newton** erſchienen vortreffliche Lehrbücher der mathematiſchen Phyſik von **Keill**[η]), **Deſagulier**[θ]), **s'Graveſande**[ι]), **Muſſchenbroek**[κ]), **Hamberger**[λ]) und **Kraft**[μ]). **Wolff**[ν]) ſuchte die Naturlehre durch die deutſche Schreibart allgemeiner zu machen. Vorzüglich in Rückſicht der Theorie aber ſind die neuern

α) Philoſophia naturalis. Witeb. 1618. 4. epitome naturalis ſcientiae Amſtelod. 1664. 4.

β) Phyſica Amſtelod. 1664. 4.

γ) Traité de phyſique. à Paris, 1673. 12. Tom. I. II. *Jac. Rohaulti* tractatus phyſicus, latin. vert. *Samuel Clarcke* cum animadv. *Ant. le Grand*. Amſt. 1706. 8. Lond. 1711.

δ) Phyſica electiua ſ. hypothetica. Norimb. 1697 – 1722. II Tomi. 4.

ε) Collegium experimentale ſ. curioſum. Norimberg. 1676 – 1685. II Tomi. 4.

ζ) Philoſophia naturalis. Lugd. Batav. 1655. 4.

η) Introductio ad veram phyſicam. Oxon. 1700. 8. Lond. 1719.

θ) Courſe of experimental philoſophy. Lond. 1717. 4. 1745. II Vol. 4.

ι) Phyſices elementa mathematica experimentis confirmata. Leid. 1719. 4. vermehrt Leid. 1742. II Tom. 4.

κ) Epitome elementorum phyſices mathem. Lugd. Bat. 1734. 8. und die nach des Verfaſſers Tode von Lulofs herausgeg. introductio ad philoſophiam naturalem. Lugd. Bat. 1762. II Tomi. 4.

λ) Elementa phyſices. Ienae, 1735. 8.

μ) Praelectiones in phyſicam theoreticam. Tubing. 1750. 8. in phyſicae partes mathematicas. P. II. 1751. 8. in phyſicae partes opticas et his cognatas. P. III. 1754. 8.

ν) Nützliche Verſuche zu genauer Kenntniß der Natur u. Kunſt. Halle, 1721 – 1723. III Bände 8. Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle, 1723. 8. Vernünftige Gedanken von den Abſichten natürl. Dinge. Halle, 1724. 8.

neuern Lehrbücher der Phyſik vorzüglicher von **Segner** [α]), **Eberhardt** [β]), **Winkler** [γ]), **Maler** [δ]) und **Böckmann** [ε]). Die größern phyſikaliſchen Schriften vom Abt **Nollet** und **de la Fond** ſind bereits unter dem Artikel, Experimentalphyſik, angeführet worden. Neuere Handbücher der Naturlehre haben entworfen **Erxleben** [ζ]), **Karſten** [η]) **Kratzenſtein** [θ]), *van Swinden* [ι]), **Herz** [κ]), **Nicholſon** [λ]), **Gren** [μ]), **Hobert** [ν]), **Klügel** [ξ]), **Briſſon** [ο]), **Achard** [π]), **Pankl** [ρ]), **Imhoff** [σ]), **Hauch** [τ]) u. **Relin** [υ]).

Lll 3 In

α) Einleitung in die Naturlehre. Götting. 1747. 1770. 8.

β) Erſte Gründe der Naturlehre. Halle, 1752. 5te Aufl. 1787. 8.

γ) Anfangsgründe der Phyſik. Leipz. 1754. 8.

δ) Phyſik oder Naturlehre. Carlsruhe, 1767. 8.

ε) Naturlehre, oder gänzlich umgearbeitete maleriſche Phyſik. Carlsruhe, 1775. 8.

ζ) Anfangsgründe der Naturlehre. Götting. 1772. 8. 3te Aufl. mit vielen Zuſätzen von Lichtenberg. 6te Aufl. 1794. 8.

η) Anfangsgründe der Naturlehre. Halle, 1780. 8. 2te Aufl. mit Zuſätzen von Gren. 1790. 8. Anleit. zur gemeinnütz. Kenntniß d. Natur. Halle, 1783. 8. Kurzer Entwurf der Naturwiſſenſchaft. 1785. 8.

θ) Vorleſungen über die Experimentalphyſik. 6te Aufl. Kopenhag. 1787. 8.

ι) Poſitiones phyſicae. Harderouici. Tom. I. 1786. Tom. II. 1787. 8.

κ) Grundlage zu meinen Vorleſungen über die Experimentalphyſik. Berlin, 1787. 8.

λ) Einleitung in die Naturlehre. Aus d. Engl. mit Zuſ. und Anmerk. von Lüdike. B. I. II. Leipz. 1787. 8.

μ) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. dritte Aufl. 1797. 8.

ν) Grundriß des mathematiſchen und chemiſch-mineraliſchen Theils der Naturlehre. Berlin, 1789. 8.

ξ) Anfangsgründe der Naturlehre in Verbindung mit der Chemie und Mineralogie. Berlin und Stettin, 1792. 8. und in deſſen Encyclopädie 2te Aufl. Th. II. Berlin u. Stett. 1792. 8.

ο) Traité élémentaire, ou principes de phyſique. à Paris, 1789. III Vol 8.

π) Vorleſungen üb. die Experimentalphyſik. Th. I–IV. Berl. 1791. 8.

ρ) Compendium inſtitutionum phyſicarum in vſum auditorum Poſonii. P. I. II. III. 1793. 8.

σ) Grundriß der öffentl. Vorleſungen üb. die Experimentalnaturlehre. München, Th. I. 1794. Th. II. 1795. 8.

τ) Anfangsgründe der Naturlehre unter eigener Aufſicht des Verf., aus dem Däniſch. überſ. von D. Tode. Th. I. II. 1795. Kopenh. u. Leipz. 8. Anfangsgründe der Experimentalphyſik. Aus d. Däniſch. überſ. mit wenig. Anmerk. von B. H. Tobieſen. Schleßwig, 1795. Th. I. 1796. Th. II. 8.

υ) Lehrbuch der Naturlehre. B. I. Anſpach, 1796. 8.

In einer faßlichen Schreibart tragen die Phyſik vor **Euler** [α]), **Winſch** [β]) und **Hube** [γ]).

Noch fehlt bis jetzt eine ausführliche und zuſammenhängende Geſchichte der Phyſik. Das Werk des Herrn *de Loys* [δ]), welcher im Auguſt 1789 geſtorben iſt, fängt erſt mit **Galilei** vom Jahre 1589 an; die Ordnung desſelben iſt aber nicht muſterhaft, und die nöthige Critik wird ſehr oft vermißt. Gleichwohl iſt neuerlich der erſte Theil von dieſem Werke ins Deutſche überſetzet worden. Zur Kenntniß phyſikaliſcher Schriften dienen **von Rohr** [ε]), **Boerhaave** [ζ]), von **Münchhauſen** [η]), **Erxleben** [θ]), und **Böckmanns** phyſikaliſch-ökonomiſche Bibliothek, und die neueſte von **Hermbſtädt** [ι]). Die neueſten von Zeit zu Zeit gemachten Entdeckungen findet man in **Rozier** [κ]), **Lichtenberg** und **Voigt** [λ]), **Gren** [μ]), **Brugnatelli** [ν]) und andern Zeitſchriften [ξ]).

Was

α) Leonh. Eulers Briefe über verſchiedene Gegenſtände aus der Naturlehre, nach der Ausgabe der Herrn Condorcet und la Croix aufs neue überſ. und mit Anmerk. Zuſätz. und neuen Briefen vermehret von Kries. I–III. B. 1792–1794. Gotha. 8.

β) Kosmologiſche Unterhaltungen. Leipzig, 1778. 8. III Theile, neue vermehrte Ausg. vom I u. II Bande. 1790 u. 1794. 8.

γ) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre in einer Reihe von Briefen an einen jungen Herrn von Stande. I–III. Band. Leipz. 1793. 1794. 8.

δ) Abrégé chronologique pour ſervir à l'hiſtoire de phyſique à Strasb. T. I–IV. 1786. 8.

ε) Phyſikaliſche Bibliothek. Leipz. 1724. 8. mit vielen Zuſätz. u. Verbeſſ. von Käſtner. Leipz. 1734. 8.

ζ) Methodus ſtudii medici edit. *ab Haller.* Amſt. 1751. Tom. II. 4.

η) Des Hausvaters zwenter Theil. Hannover, 1766. 8.

θ) Anfangsgründe der Naturlehre.

ι) Bibliothek der neueſten phyſiſchen, chemiſchen ꝛc. Litteratur. Berlin ſeit 1788. 8.

κ) Journal de phyſique ou obſervations et mémoires ſur la phyſique. Paris ſeit 1773 iſt zuletzt von de la Metherie allein bis mit 1793 fortgeſetzet worden. Tomi XLIII.

λ) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. Gotha, 1781. fortgeſ. von Voigt ſeit 1786. 8. bis 1797. XII Bände. Neues Magazin von Voigt ſeit 1798.

μ) Journal der Phyſik. B. I–VIII. Halle und Leipzig, 1790–1794. 8. Neues Journal der Phyſik. B. I–VI. Lpz. 1795–1797. Annalen der Phyſik ſeit 1798 nach des Verfaſſ. Tode fortgeſ. von Gilbert.

Was endlich den Nutzen der Phyſik betrifft, ſo iſt hier-von einen Beweis zu geben unnöthig, da wir zu unſern Bedürfniſſen, Bequemlichkeiten und Vergnügungen und zur Abwendung aller Gefahren die Eigenſchaften und Wir-kungen der natürlichen Körper wiſſen müſſen. Außerdem bieten uns die Unterſuchungen von den Eigenſchaften der Körper nützliche Beobachtungen über die Abſichten derſelben dar, und geben die ſchönſten Beweiſe von dem Daſeyn ei-nes erhabenen Weſens ab, von welchem alle dieſe Dinge ih-ren Urſprung erhalten haben. Vorzüglich aber ſtürzt die Phyſik den ſo ſehr verderblichen Aberglauben, führet uns zur Demuth und Beſcheidenheit, und zeiget, daß unſer Wiſſen gar ſehr eingeſchränket iſt, ſie bietet aber auch Stoff genug dar, die Kräfte unſeres Verſtandes durch neue Un-terſuchungen zu ſchärfen und zu vervollkommnen. Zu der-gleichen und ähnlichen Anwendungen der Phyſik haben be-ſonders **Wolff** α), **Derham** β), **Nieuwetyt** γ), und in den neueſten Zeiten **Sullivan** δ) gehandelt.

Pigmente ſ. Farben.

Piſtole, elektriſche, Knallluftpiſtole (ſclopetum electricum, piſtolet électrique) iſt eine eigene Einrich-tung,

ν) Bibliotheca fiſica d'Europa o ſia Raccolta di oſſervazioni ſopra la Fiſica, matem. chim. ſtoria natur. medic. et art. Pavia Tom. I–XIV. bis 1794.

ξ) Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte von einigen Liebha-bern dieſer Wiſſenſch. 1778–1792. 4 Bände. Leipz. Magazin der reinen und angewandten Mathemat. von Bernoulli und Hinden-burg von 1786. Archiv der reinen und angewandten Mathemat. von Hindenburg ſeit 1794. Crells chemiſche Annalen für die Freunde der Naturlehre ꝛc. nebſt den Beyträgen. Helmſt. ſeit 1786.

α) Vernünftige Gedanken über die Abſichten natürlicher Dinge. Halle, 1724. 8.

β) Phyſicotheologie oder Naturleitung zu Gott. A. d. Engl. von C. L. W. Hamburg, 1750. 8.

γ) Rechter Gebrauch der Weltbetrachtung zur Erkenntniß der Macht, Weisheit u. Güte Gottes. A. d. Holl. von Segner. Jena, 1747. 4.

δ) A View of Nature in lettres to a Traveller etc. Lond. Vol. I–VI. 1794. 8. Ueberſicht der Natur in Briefen an einen Reiſenden, nebſt einigen Bemerkungen über den Atheismus in Beziehung auf deſſen Verbreitung im neuen Frankreich. A. d. Engl. abgek. über-ſetzt mit Anmerk. (von D. Hebenſtreit) Leipz. 1795. B. I. 1796, B. II. 8.

tung, wobey durch die Exploſion der durch den elektriſchen Funken entzündeten Knallluſt ein Pfropf mit Gewalt aus einer Röhre getrieben wird. Der Verſuch hiermit dienet zum Beweiſe der Entzündung brennbarer Stoffe durch den elektriſchen Funken, und der explodirenden Kraft der Knallluſt.

Daß durch den elektriſchen Funken die Luft mit brennbaren Dünſten angefüllt entzündet werden könne, war ſchon **Watſon** α) bekannt, noch ehe die brennbare Luft gehörig entdecket war. Dieſe Verſuche ſind auch von **Volta** wiederholet worden, welcher dabey zuerſt brennbare Luft gebrauchte. **Volta** β) aber kam bey ſeinen Entdeckungen über die Sumpfluſt zuerſt auf den Gedanken, ein eigenes Inſtrument in Form einer Piſtole zu dieſen Verſuchen zu gebrauchen; in der Folge nahm er auch hierzu künſtliche brennbare Luft oder vielmehr Vermiſchungen der atmoſphäriſchen und brennbaren Luft, welche den Nahmen Knallluſt führen, und eine weit ſtärkere Wirkung thun.

Seit der Erfindung dieſes Inſtrumentes iſt ſeine Geſtalt oft verändert worden. Es gibt gläſerne Werkzeuge, welche die Geſtalt einer Piſtole haben, und wovon **Schäfer** γ) Beſchreibungen gegeben hat, allein dieſe dienen gar nicht zu ſtarken, ſondern nur zu kleinen gemeinen Verſuchen, und gleichwohl hat man auch hierbey Vorſicht des Zerſpringen wegens nöthig. Am beſten werden ſolche Werkzeuge von Metall verfertiget. Anfänglich war gewöhnlich ihre Geſtalt dieſe: ein meſſingener Cylinder lief in einen damit verbundenen engern Cylinder aus, welcher letztere mit einem Kork verſtopfet wurde; am Boden jenes Cylinders wurde ein durchbohrtes Stück Meſſing angeſchraubet, und in ſelbiges eine Glasröhre eingekittet, worin ein mit einem Knopfe verſehener Drath befeſtiget iſt, deſſen Ende ſo umgebogen worden, daß es nur 1 bis 2 Linien weit von dem

Meſſinge

α) Philoſoph. transact. Vol. XLIII. p. 495.
β) Lettere ſull'aria inflammabile nativa delle paludi. Com. 1776. 8. überſ. Winterthur 1778. 8. und von Köſtlin. Straſb. 1778. 8.
γ) Abbildung u. Beſchreib. der elektriſch. Piſtole. Regensb. 1779. 4.

Meſſinge abſtehet. Wird die Piſtole nicht gebrauchet, ſo ſchraubt man noch eine meſſingene Haube über die Glasröhre. Soll ſie aber geladen werden, ſo zieht man den Kork aus der Mündung, und hält ſelbige ſehr genau an die Mündung einer mit brennbarer Luft angefüllten Flaſche, welche in eben dem Augenblicke erſt iſt geöffnet worden; die leichte brennbare Luft wird alsdann in der Piſtole aufſteigen, und ſich mit der darin befindlichen atmoſphäriſchen Luft vermiſchen und Knallluft bilden. Wenn man auf dieſe Art die Piſtole etwa 15 bis 20 Sekunden lang über die Flaſche gehalten hat, ſo verſchließt man beide augenblicklich mit genau paſſenden Stöpſeln. Hält man nun den untern Theil der Piſtole mit der Hand, nimmt die meſſingene Haube über der Glasröhre weg, und bringt den Knopf des Drathes in der gläſernen Röhre gegen den Conduktor der Maſchine, oder gegen den Knopf einer geladenen Verſtärkungsflaſche, ſo wird nicht allein hier, ſondern auch zwiſchen dem krumm gebogenen Ende des Drahts und des Bodens der Piſtole ein Funken entſtehen; dieſer letztere Funke entzündet die Knallluft mit einer Explosion, welche den Kork auf eine beträchtliche Weite forttreibt. Die Piſtole läßt ſich aus einer Flaſche mit brennbarer Luft mehrere Mahl nach einander laden, nur muß ſie bey jedem folgenden Mahle etwas länger über die Flaſche gehalten werden.

In dergleichen gewöhnlichen Piſtolen iſt es aber nicht möglich, brennbare Luft mit atmoſphäriſcher in einem beſtimmten Verhältniſſe vermiſcht einzuſchließen, und gleichwohl entſteht aus ſolchen Miſchungen die beſte Knallluft. Daher gab D. **Ingenhouß** [a]) eine etwas andere zuſammengeſetzte Einrichtung an, welche auch von **Cavallo** [b]) iſt beſchrieben und abgebildet worden. Sie iſt zuſammengeſetzt aus drey in einander geſchraubten Theilen, dem Lauf, der Kammer und dem Handgriff. Durch den Handgriff geht ein Kolben, welcher ſich in ein kegelförmiges Stück Elfenbein endiget, das an das innere

a) Philoſoph. transact. Vol. LXIX. P. II. p. 410.
b) Abhandl. üb. die Natur u. Eigenſchaften der Luft. A. d. Engl. S. 277.

nere kegelförmige Ende der Kammer genau anpaßt. Um hiernächſt dieſe Piſtole zu laden, hat man bereits gute Knallluft in einer Blaſe vorräthig; man druckt den Kolben mit dem koniſchen Theile dicht an das kegelförmige Ende der Kammer, ſchraubt den Lauf ab, hält die Mündung der Kammer dicht an die Oeffnung der Blaſe, und zieht alsdann den Kolben zurück, wodurch ſich die Kammer mit Knallluft füllt. Nach der Wegnahme der Blaſe wird augenblicklich eine mit weichem Leder umwickelte Bleykugel in die Mündung gebracht, und der Lauf wieder darüber geſchraubet. Die Entzündung geſchiehet vermittelſt zweyer in dem Elfenbein am Kolben angebrachten Drähte mit Knöpfen, welche nicht weit von einander abſtehen, und wovon einer mit dem Meſſinge des Inſtrumentes verbunden, der andere aber in einer Glasröhre iſoliret iſt, und ſich auswendig in einen Knopf endiget, dem man den elektriſchen Schlag geben kann. Uebrigens müſſen die kleinen Knöpfe im Elfenbeine ſo tief liegen, daß ſie dem Gange und Anſchließen des Kolbens nicht hinderlich ſind.

Herr D. **Ingenhouß** fand die Wirkung dieſes Inſtrumentes ſehr ſtark. Hierbey entdeckte er auch, daß die Dämpfe des Vitrioläthers die atmoſphäriſche Luft, und noch mehr die Lebensluft, in einem ſehr hohen Grade knallend machen. Eine Piſtole, welche **Nairne** verfertiget hatte, zerſprang mit Gefahr der Umſtehenden durchs Abbrennen, nachdem nur ein Tropfen Aether in dephlogiſtiſirte Luft getragen wurde. Nach der Wiederherſtellung dieſer Piſtole zerſprang ſie zum zweyten Mahle, obgleich ſogar der Lauf der Kammer offen war. Statt der Knallluft dient auch Hoffmanns liquor anodynus, wenn ein Stückchen Schwamm mit dieſem getränkt in die Höhlung der Kammer aufgehängt wird.

Da aber auch dieſe von D. **Ingenhouß** angegebene Einrichtung zur Füllung der Kammer mit Knallluft einige Zeit wegnahm, und außerdem wegen des Ab- und Anſchraubens unbequem war, ſo erfand Herr **Pickel**, welcher bey den angeführten Verſuchen des Herrn **Ingenhouß** zugegen geweſen war, eine eigene zum Geſchwindeſchießen eingerichtete elektriſche

ſche Piſtole. Ihre Geſtalt iſt cylindriſch, und an dem einen Ende kegelförmig. Darein paßt ein Stempel genau, durch welchen ein Canal durch die ganze Stange hindurch gebohret iſt; ein Maßſtab an der Stange zeiget, wie viel Cubikzoll Raum durch Zurückziehung des Stempels in der Piſtole entſtanden iſt. Der Canal des Stempels beſitzet einen Hahn (auch wohl und noch beſſer zwey Hähne) und es kann daran eine mit Knallluft gefüllte Blaſe geſchraubet werden. Zieht man nun beym geöffneten Hahne den Stempel heraus, ſo füllt ſich alsdann der in der Piſtole entſtandene leere Raum mit Knallluft an, worauf der Hahn wieder verſchloſſen wird. Durch die Seitenwand des cylindriſchen Körpers iſt ein Stück Meſſing eingeſchraubet, wodurch ein Meſſingdraht in einer Glasröhre iſoliret und auswendig mit einem Knopf verſehen hindurchgehet. Das innere Ende dieſes Drahtes biegt ſich gegen das Metall der Piſtole, darf aber dem Gange des Stempels nicht hinderlich ſeyn. Der äußere Knopf dieſes Drahtes wird nun mit dem Conduktor oder mit dem Knopfe einer geladenen Flaſche in Berührung gebracht, wodurch die Knallluft entzündet wird. Nach dem Abfeuern wird nun der Stempel wieder zurückgeſtoßen, der Pfropf der Piſtole wieder vorgeſteckt, der Hahn am Canal geöffnet, und durchs Herausziehen des Stempels der innere Raum der Piſtole von neuen mit Knallluft gefüllt, worauf der Hahn wieder verſchloſſen und zum andern Mahle abgefeuert wird. Auf dieſe Weiſe kann man in einer Minute, wenn die Blaſe eine hinreichende Menge Knallluft enthält, auf 8 bis 10 Mahl abfeuern. Hat man in der Blaſe brennbare Luft allein, und will ſelbige in einem gegebenen Verhältniſſe mit gemeiner Luft vermiſchen, ſo dienet eben hierzu der angeführte Maßſtab. Es wird nämlich alsdann der Stempel noch vor Einſteckung des Pfropfes mit geſchloſſenem Hahne bis auf den gegebenen Grad zurückgezogen, wodurch ſich der dazu nöthige Raum mit gemeiner Luft anfüllt. Steckt man nun den Pfropf auf, öffnet den Hahn und ziehe den Stempel ganz zurück, ſo kömmt der nöthige Theil brennbare Luft aus der Blaſe hinzu. D. **Ingenhouß** hat im Stem-

Stempel eine kleine durchlöcherte Kammer angebracht, in welche Schwamm mit Hoffmanns liquor anodynus eingeleget werden kann. Durch dieſe Kammer muß die gemeine Luft durchs Zurückziehen des Stempels durchſtreichen, um in den innern Raum der Piſtole gelangen zu können. Wenn ſtatt der gemeinen Luft Lebensluft im gehörigen Verhältniſſe mit der brennbaren Luft vermiſchet wird, ſo wird der Knall außerordentlich ſtark, und überhaupt die Exploſion ſo heftig, daß man Gefahr wegen des Zerſprengens der Piſtole läuft, wenn man nicht von der Haltbarkeit derſelben hinlänglich verſichert iſt.

Andere gläſerne Werkzeuge, mit welchen man Knallluft mittelſt des elektriſchen Funkens abbrennen kann, beſchreibet **Weber** [a]). Ueberhaupt wird es leicht ſeyn, ſich allerhand Werkzeuge zu dieſem Zwecke zu erfinden, welche die Form der gewöhnlichen Feuergewehre haben. So beſchreibet **Weber** eine elektriſche Kanone, und **Wißhofer** [b]) eine Flinte, welche die nämliche Geſtalt, wie die gewöhnlichen hat, in deren Kolben ein geladenes Fläſchchen verborgen, und Statt des Flintenſchloſſes ein Spannwerk angebracht iſt; welches durch den Drücker gelöſt einen Stift gegen den Haken der Flaſche führet, und dieſe dadurch entladet.

M. ſ. **Ingenhouß** vermiſchte Schriften, herausgegeben von **Molitor**. Wien 1784. 8. Th. I. S. 287 u. f. **Tiber. Cavallo** Abhandl. über die Natur und Eigenſchaften der Luft. A. d. Engl. Leipz. 1783. 8. S. 274 f.

Planconcav ſ. **Linſengläſer**.

Planconvex ſ. **Linſengläſer**.

Planeten, Irrſterne (planetae, ſtellae errantes, ſidera errantia, planètes). Mit dieſem Nahmen belegte man ſonſt alle diejenigen Geſtirne, welche ihre Stellungen gegen die übrigen Sterne täglich ändern, und gewöhnlich von Weſten gegen Oſten ſich fortbewegen, und binnen einer gewiſſen Zeit um den ganzen Himmel herumlaufen. Dieſes Fortrücken bemerket man außer der Sonne und

a) Abhandlung vom Luftelektrophor. 2te Aufl. Ulm, 1779. 8. S. 83 f.
b) Beſchreibung einer elektriſchen Flinte. Salzburg, 1780. 8.

und dem Monde noch an andern 5 Sternen, welchen man die Nahmen **Merkur**, **Venus**, **Mars**, **Jupiter** und **Saturn** gegeben hat. Dieſe 5 Sterne mit der Sonne und mit dem Monde waren die ſieben Planeten der Alten, welche beſonders in Anſehung der Aſtrologie von Bedeutung waren, und von welchen die Tage in der Woche ihre Benennung erhielten. M. ſ. **Woche**. In den neuern Zeiten iſt zu dieſen Planeten noch ein neuer von **Herſchel** entdecket worden, den man **Uranus** genannt hat. Von allen dieſen handeln eigene Artikel dieſes Wörterbuchs.

Man unterſcheidet die Planeten von den übrigen Sternen außer dem Fortrücken von Abend gegen Morgen ſehr leicht auch noch dadurch, daß ſie durch Fernröhre betrachtet vergrößert und als runde Scheiben erſcheinen, und mit einem matten, nicht funkelnden, dem Monde ähnlichen Lichte glänzen. Die theoriſche Aſtronomie lehret, daß ſie ſämmtlich an ſich dunkele Körper ſind, und von der Sonne ihr Licht erhalten, und daß ſie ſich in elliptiſchen Bahnen um die Sonne bewegen. Hierdurch iſt auch die Bedeutung des Wortes **Planet** in der theoriſchen Aſtronomie geändert worden. Man verſteht nämlich darunter einen ſolchen Himmelskörper, welcher an und für ſich dunkel iſt, um die Sonne läuft, und von ſelbiger Licht erhält. Hiernach gehöret alſo unſere Erde ebenfalls zu den Planeten, und die Sonne wird zu den übrigen Fixſternen, welche eigenes Licht ausſenden gezählet. M. ſ. **Fixſterne**. Die vorhin genannten ſechs Planeten nebſt der Erde machen ihren Lauf unmittelbar um die Sonne, und heißen dieſerwegen **Hauptplaneten**. Einige von dieſen haben noch kleinere um ſie laufende Planeten zu Begleitern, die folglich ebenfalls mit um die Sonne geführet werden, und **Nebenplaneten** heißen. Nur der einzige Nebenplanet unſerer Erde, der Mond, iſt durch bloße Augen ſichtbar, die übrigen laſſen ſich erſt durch gute Fernröhre am Himmel erblicken. Sie bewegen ſich übrigens ebenfalls wie die Hauptplaneten in elliptiſchen Bahnen um dieſe. Alle dieſe angeführten Himmelskörper mit der Sonne und den nur zuweilen

weiten ſichtbaren Kometen in Verbindung betrachtet, machen unſer **Sonnenſyſtem** oder **Planetenſyſtem** aus.

Die Hauptplaneten werden vorzüglich in die **obern** und **untern** abgetheilet; jene heißen diejenigen, welche in größern Bahnen, als die Erdbahn iſt, ſich um die Sonne bewegen, mithin die Erdbahn einſchließen, und dahin gehören **Mars, Jupiter, Saturn** und **Uranus**; dieſe aber heißen diejenigen, deren Bahnen kleiner als die Erdbahn ſind, und welche folglich von dieſer umſchloſſen werden; dahin gehören Merkur und Venus.

Die Bewegung aller Planeten um die Sonne geſchiehet nach einerley Richtung, nämlich nach der Folge der Zeichen. Es fallen zwar ihre Bahnen nicht in einerley Ebene, aber mit der Ebene der Ekliptik machen ſie doch keine großen Winkel. Daher ſieht man ſie ſtets nicht weit von der Ekliptik in einem Himmelsſtreifen, welcher der Thierkreis genennet wird. Wenn nun gleich ihr Lauf beſtändig nach der Folge der Zeichen d. i. rechtläufig geſchiehet, ſo verurſachet doch die Bewegung unſerer Erde, daß ihre Bewegung bald langſamer, bald geſchwinder, bald rechtläufig, bald ſtillſtehend, bald rückläufig dem Beobachter der Erde erſcheinet. Dieſe Bewegung iſt aber nur ſcheinbar, und hat den Nahmen **Planeten** veranlaſſet, welcher nach der Etymologie ſo viel als irrende Sterne bedeutet.

Ihre wahre Bewegung iſt übrigens ziemlich gleichförmig, und richtet ſich nach den von **Keplern** entdeckten Geſetzen. **Newton** hat nun bewieſen, daß ſich bey jeder Centralbewegung, welche dieſen Geſetzen folget, die Centripetalkraft umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte verhält; und daraus ergibt ſich, daß alle Planeten mit einer Kraft, welche dieſem Geſetz gemäß iſt, gegen die Sonne getrieben werden. M. ſ. **Gravitation**. Gleichwohl aber hat man doch kleine Abweichungen von ihren eigentlichen Bahnen wahrgenommen, welche beweiſen, daß ſie in ihrem Laufe unter einander geſtöret, oder von einander angezogen werden. Auf dieſe Weiſe erhält man ein Syſtem von Planetenbewegungen, aus welchem ſich ihr Lauf über-

übereinſtimmend mit den Beobachtungen erklären, berechnen und in Tafeln bringen läßt.

Weil die übrigen Planeten ſich nach den nämlichen Geſetzen, wie die Erde, um die Sonne bewegen, von ſelbiger erleuchtet werden, um ihre Axen ſich drehen, und zum Theil auch Monde zu Begleitern haben, ſo erhellet daraus ihre Aehnlichkeit mit der Erde. Es iſt daher ſehr wahrſcheinlich zu vermuthen, daß dieſe Körper nicht bloß dieſerwegen in einer ſo vortrefflichen Ordnung mit einander verbunden ſind, um von uns bloß geſehen zu werden, ſondern daß ſie vielmehr eben ſo wie unſere Erde mit vernünftigen Weſen beſetzet ſind. Von dieſer Vermuthung haben **Huygens** [α]) und **Fontenelle** [β]) ſchöne Ideen aufgeſtellet. Ueberdieß ſind die Flecken in den Planeten hinreichende Beweiſe ihrer ungleichen Oberfläche, als Berge, Thäler u. ſ. f. Einige haben aber dieſe Aehnlichkeit der Planeten mit der Erde zu weit getrieben, wie z. B. **Wilkins** und **Wolff** [γ]). So ſtellt ſich **Wolff** im Jupiter Menſchen vor, welche einen ähnlichen Körper, wie wir beſitzen, und der nach eben den Verhältniſſen gebauet, aber wenigſtens $2\frac{1}{2}$ länger als der unſrige iſt. **Wolff** ſtellt hierüber ſogar eine Berechnung an, und vergleichet hiernach die Menſchen im Jupiter mit der Natur des Königs Og zu Baſan. Allein es iſt die größte Wahrſcheinlichkeit vorhanden, daß der Schöpfer, deſſen Werke ſo mannigfaltig ſind, auf einem jeden eine eigene Einrichtung getroffen, und den darauf befindlichen Weſen eine dieſer gemäße Organiſation gegeben habe. Denn auch bey unſerer Kurzſichtigkeit vermögen wir doch einzuſehen, daß die Sonne, von welcher die Planeten ihr Licht und Wärme erhalten, auf einen jeden Planeten ganz anders wirken, und daß folglich auch ein jeder Planet eine ſolche Einrichtung beſitzen müſſe, daß er die Wirkungen der Sonnenſtrahlen aushalten könne.

α) Coſmotheorus ſ. de terris coeleſtibus. Hag. Com. 1698. 4.

β) Entretiens ſur la pluralité des mondes. Paris, 1686. 12. überſ. mit Anmerk. von Bode. Berlin, 1780. 2te verm. Ausg. 1789. 8.

γ) Elementa aſtronomiae; in den element. matheſeos. Halae, 1753. 4. §. 527.

Kircher *) läßt ſich durch einen Engel von einem Himmelskörper zum andern führen, und erzählet, was er daſelbſt angetroffen habe. **Schott** hat hierzu Anmerkungen gemacht, in welchen er die aſtronomiſchen Wahrnehmungen anführet, von welchen **Kircher** zu ſeiner ſonderbaren Erzählung Veranlaſſung genommen hat.

Was übrigens noch von einem jeden Planeten beſonders bekannt iſt, findet man unter einem jeden ihm zugehörigen Artikel, ſo wie die ganze Verbindung unter einander bey dem Worte, **Weltſyſtem.**

Planiſphär (planiſphaerium, planiglobium, planiglobe). Hierunter verſteht man eine Zeichnung einer Halbkugel mit den darauf befindlichen Gegenſtänden auf einer ebenen Fläche. Auf dieſe Art werden Himmels- und Erdkugeln auf ebenen Flächen abgezeichnet, indem man nämlich entweder beide Halbkugeln neben einander, oder eine jede auf einem beſondern Blatte abbildet.

Hierbey kommt es bloß auf die Lage des Auges an, welches die Gegenſtände auf der Halbkugelfläche betrachtet. Siehet nämlich das Auge in irgend einer Stelle auf der Kugelfläche die innere entgegengeſetzte hohle Halbkugel, wie ſie ſich auf einer durch den Mittelpunkt gelegten perſpektiviſchen Tafel zeiget, ſo heißt die Verzeichnung eine **ſtereographiſche Projektion**; nimmt man aber an, das Auge iſt von der Kugel unendlich weit entfernet, ſo wird die Verzeichnung die **orthographiſche Projektion** genennt. Für die Abbildung der Himmels- und Erdkugel wird gewöhnlich die ſtereographiſche Projektionsart gewählet. Dieſe iſt, alsdann entweder **Polarprojektion**, wenn das Auge im Pole ſeine Stelle hat, oder **äquatoriſche Projektion**, wenn es im Aequator ſich befindet. Die erſtere, von welcher ſchon **Ptolemäus** β) geſchrieben hat, iſt bey den Himmelskarten die gewöhnlichſte. **M. ſ. Sternkarten.** Die Abbildungen der ganzen Erdkugel oder

*) Iter extaticum coeleſte cum ſcholiis *Schotti*. Herbipoli, 1760. 4.
β) Cl. *Ptolemaei* planiſphaerium cum commentar. *Commandini*. Venet. 1558.

oder die **Univerſalkarten** werden nach beiderley Art, auch bisweilen auf den Horizont irgend eines Objektes projicirt. M. ſ. **Landkarten**.

Auf dergleichen ebenen Abbildungen der Himmelskörper laſſen ſich verſchiedene aſtronomiſche Aufgaben auflöſen. Sonſt gebrauchte man dergleichen auf Meſſing oder Holz entworfene Verzeichnungen der Kreiſe als aſtronomiſche Inſtrumente unter dem Nahmen der **Aſtrolabien**.

Planſpiegel ſ. **Spiegel**.

Platina, Platinum, Platina del Pinto (platina, platinum, platine, or blanc) iſt ein edles Metall von ſilberweißer Farbe, welches erſt ſeit 1750 in Europa bekannt geworden iſt. Man findet dieſes Metall in den Goldgruben von Santa-Fé bey Cartagena und dem Dorfe Chaco in der Nähe des Fluſſes Pinto in Peru in Amerika. Es kömmt in der Geſtalt kleiner runder geſletſchter Körner zu uns, welche faſt wie Eiſenfeil ausſehen, und nicht alle gleich rein, oft mit Sand vermengt, hier und da mit Eiſentheilen, Gold und Queckſilber verunreiniget ſind, und ſich wegen des anklebenden Eiſengehalts vom Magnet ziehen laſſen. Der ſpaniſche Nahme **Platina** iſt das Diminutivum von **Plata**, das Silber, und ſie hat ihn wahrſcheinlich wegen der weißen Farbe und der kleinen Maſſen, worin ſie gewöhnlich iſt, erhalten. Auch nennen ſie die Spanier Juan blanca. Von einigen Chemikern wird ſie auch weißes Gold genannt. Uebrigens kömmt die Platina nicht ſo natürlich in den Gruben vor, wie wir ſie erhalten, vielmehr hat ſie ſchon eine äußere Behandlung beym Zerpochen des Geſteines erlitten, und bricht mit dem Golde zugleich, von welchem ſie durchs Verquicken geſchieden worden iſt. Die Platina hat man bis jetzt nur gediegen in der Natur angetroffen.

Der erſte, welcher der Platina Erwähnung thut, war **Don Ulloa** im Jahre 1748. Nicht lange darauf im Jahre 1749 ſchickte **Wood** einige Proben davon aus Jamaika nach England. Unter den Chemikern und Mineralogen wurde ſie

 aber

aber doch nicht recht bekannt, bis Scheffer [α]) in Schweden im Jahre 1752, und mit ihm faſt zugleich Lewis [β]) in England ihre Verſuche damit bekannt machten. Nachher haben ſich mehrere Chemiker mit Unterſuchung derſelben beſchäftiget, wohin beſonders **Marggraf** [γ]), **Macquer** und **Baumé** und vorzüglich der churpfälziſche Geſandte am Hofe zu Verſailles, Graf **von Sickingen** [δ]) gehört. Auch **Bergmann** [ε]) hat Verſuche über die Platina angeſtellet, welche mit den ſickingenſchen wohl übereinſtimmen. **De Morveau**, **Midly** und **Büffon** hielten die Platina für ein Gemiſch von Gold und Eiſen. Allein der Graf **von Sickingen** hat ſie zuerſt in ihrer gehörigen Reinigkeit als ein eigenes feuerbeſtändiges Metall dargeſtellt.

Nach den Verſuchen des Grafen **von Sickingen** halten die gewöhnlichen Platinakörner an ein Drittheil Eiſen, das ſich ungemein ſchwer abſcheiden läßt. Um dieſes Metall von dem Eiſen und von den übrigen anklebenden Unreinigkeiten völlig rein darzuſtellen, bedienet man ſich folgender Mittel: 1) man löſet es in Königswaſſer auf, und ſchlägt es durch kochſalzgeſäuertes Ammoniak nieder, und ſtellt den Niederſchlag durch einen Fluß, aus Borax, geſtoßenem Glaſe und Kohlenpulver, wieder her. Oder 2) man ſetzt die Körner der Platina einem äußerſt heftigen Feuer aus, ſo daß ſie an einander kleben, indem ſie auf der Oberfläche geſchmolzen werden, und nachher hämmert man dieſe zuſammenhängenden Körper in einen Klumpen. Oder 3) man befördert das Schmelzen durch einen Zuſatz von Arſenik, und verjagt nachher dieſes Metall durch das Feuer. Oder 4) man befördert das Schmelzen in einem heftigen Feuer durch Zuſatz von Bley, oder Wismuth und kupelliret nachher das Metall in einem ſtarken Feuer. Oder 5)

α) Schwed. Abhandl. 1752. B. XIV. S. 275 f. 1757. B. XIX. S. 303 f.

β) Philoſoph. transact. Vol. XLVIII. P. II. p. 638. Vol. L. P. I. p. 148. auch Hiſtorie der Platina im Zuſammenhange der Künſte. Th. I. B. I. p. 211.

γ) Mémoir. de Berlin 1757. auch in ſein. chym. Schrift. Th. I. S. 1 u. f.

δ) Verſuche über die Platina. Mannheim, 1782. 8. Aus dem Franz. überſ. von Suckow.

ε) De platina in opuſcul. Vol. II. p. 166. de tubo ferruminatorio. §. 23.

5) man ſchmelzt dieſes Metall mit gleichen Theilen eines Metalls, das fähig iſt, ſich in der Salpeterſäure aufzulöſen. Die hieraus entſtehende Miſchung iſt ſehr brüchig. Man ſtößt ſie in einem Mörſer, gießt Salpeterſäure über das Pulver, und ſetzet es damit der Wärme aus. Die Salpeterſäure löſt das fremde Metall auf, und die Platina fällt in Geſtalt eines ſchwarzen Pulvers zu Boden. Dieſes Pulver kann in einem ſtarken Feuer geſchmolzen werden. Allein das daraus entſtehende Metall läßt ſich nicht gut hämmern.

Eine beſſere Methode, als alle dieſe, hat Herr **Janetty** zu Paris gefunden; er hält ſie aber geheim. Herr **Girtanner** hat bey ihm Gefäße aller Art aus Platina, und ſogar ſehr ſchön gearbeitete Uhrketten, geſehen.

Das eigenthümliche Gewicht der gewöhnlichen Platina fällt wegen ihrer ungleichen Reinigkeit nicht immer gleich aus. Nach Verſuchen des Graf **von Sickingen** verhält ſich die reinſte gegen reines Waſſer in ihrer Dichtigkeit wie 21,061 zu 1,000. Nach den Tabellen von **Briſſon** und **Romé de l'Isle** iſt das ſpecifiſche Gewicht der Platina in verſchiedenem Zuſtande

gereinigt und gezogen	21,0417
gereinigt und geſchmiedet	20,3366
gereinigt und gegoſſen	19,5000
gekörnt, durch Salzgeiſt gereinigt	16,7521
gediegen, vom Magnet ſchwach gezogen	16,3333
gekörnt, vom Magnet nicht gezogen	16,2519
roh gekörnt, vom Magnet nicht gezogen	15,6017
roh gegoſſen (eine poröſe Maſſe)	14,6263

Die von aller fremden Beymiſchung und von Eiſen befreyte Platina, glänzt wie das reinſte Silber, läßt ſich dehnen und hämmern, ſich zu dünnen Blättern ſchlagen, und zum feinſten Drahte ziehen, und iſt daher keines Weges ein Halbmetall, wie man ſonſt glaubte. An Zähigkeit und abſoluter Feſtigkeit übertrifft die Platina noch das Gold. Die Härte derſelben iſt geringer als die von Eiſen, aber größer als die von Kupfer.

In

In dem Feuer unſerer Oefen iſt die reine Platina nur bey einem ſehr hohen Grade, welcher durch ſehr heftiges Gebläſe erreichet werden kann, ſchmelzbar; im Brennpunkte des großen troudainiſchen und parkerſchen Brennglaſes floß ſie auch, ohne wie das Gold zu verdampfen. Sie iſt daher die ſchwerflüſſigſte und feuerbeſtändigſte unter allen metalliſchen Subſtanzen. Sie beſitzet aber wie das Eiſen die gute Eigenſchaft, ſich glühend ſchweißen zu laſſen, wenn ſie rein iſt. Auch im heftigſten Feuer, ſelbſt bey ihrem Schmelzen, wird ſie nicht verkalkt, und verliert nichts von ihrem metalliſchen Glanze. Uebrigens hat ſie weder Geſchmack noch Geruch. Luft und Waſſer wirken nicht darauf, und ſie verliert bey der vereinigten Wirkung beider nichts von ihrem Spiegelglanze. Daher iſt ſie ſo vorzüglich zu Metallſpiegeln in Spiegelteleſkopen zu gebrauchen.

Gegen die mineraliſchen Säuren verhält ſie ſich wie das Gold; ſie wird nämlich bloß von der dephlogiſtiſirten Salzſäure und dem Königswaſſer angegriffen. Die Auflöſung derſelben im Königswaſſer iſt anfänglich gelb, wird aber immer dunkler, je mehr ſich das Königswaſſer mit der Platina ſättiget, und zuletzt rothbraun. Bey Verdünnung mit Waſſer wird ſie der Goldſolution ähnlich. Wird zu dieſer Auflöſung Gewächsalkali in geringer Menge zugeſetzet, ſo entſteht nach kurzer Zeit ein Niederſchlag, welcher aus kleinen, ſchweren, rothen Cryſtallen beſteht, welche nach Bergmann mannigmahl deutlich achtſeitig ſind, ſich im Waſſer auflöſen laſſen, vom Gewächsalkali nicht weiter verändert, aber vom Mineralalkali, wiewohl ſchwer, zerſetzet werden, und ſonſt vor dem Löthrohre zu einem reguliniſchen Platinakerne fließen. Wird hingegen mehr Gewächsalkali zur Platinaauflöſung zugeſetzet, ſo fällt endlich ein gelbliches, ſchwammichtes, im Waſſer unauflösliches Pulver nieder, das ein wahrer Platinakalk iſt. Die Blutlauge ſchlägt blos das beygemiſchte Eiſen, als ein Berlinerblau nieder. Der Graf von Sickingen hat dieß als ein Mittel gebrauchet, die Platina vom Eiſen zu reinigen. Weil der Salmiak die Platina niederſchlägt, ohne das Gold zu fällen; hingegen der Eiſenvitriol das Gold fällt, ohne die Platina niederzuſchlagen, ſo kann man jetzt durch dieſe Mittel die Vermiſchung des Goldes mit der Platina ſicher entdecken.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. §. 2138 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 316.

Platten, elektriſche ſ. Quadrat, elektriſches.

Plaggold ſ. Knallgold.

Ende des dritten Theils.

Verbeſſerungen
vom I. Theil.

Seite 5. Zeile 19. ſtatt oh lies og.
— 8. — 12. — Miraldi l. Maraldi.
— 12. — 4. — evb l. evd.
— 17. — 17. — fig. 6. l. fig. 5.
— 47. — 17. — vermindert lies vermindert werden. Zeile 21. ſtatt ſtehn l. ſtehe.
— 48. — 10. — bleibt es l. bleibt ſie, und ſtatt ſo bald es l. ſo bald ſie. Z. 13. ſtatt, ſo wird es l. ſo wird ſie. Z. 23. ſtatt, einen kleinen Waſſerberg erheben l. ein kleiner Waſſerberg ſich erheben.
— 65. — 24. — $\frac{38500}{15,236}$ lies $\frac{38406}{5,236}$.
— 68. — 29. — größern Kreiſes l. größten Kreiſes.
— 69. — 1. — fcde l. fde. Z. 11. ſtatt ac = kβ lies ac : kβ. Z. 15. ſtatt den l. dem. Z. 18. ſtatt (fig. 16.) lies (fig. 15.) Z. 20. ſtatt (fig. 15.) l. (fig. 14.)
— 79. — 27. — das dritte l. das erſte.
— 84. — 27. — fähig wären l. einbildeten.
— 91. — 24. — klm l. hlm. Z. 25. ſtatt ino l. inp.
— 94. — 4. — Anomalia l. Anomalie.
— 95. — 6. — Mittelpunkt l. Winkel.
— 115 letzte Zeile, ſtatt, x : a l. x : α.
— 117. Zeile 2 von unten, ſt. Diverſionen l. Dimenſionen.
— 136. — 2. ſtatt Eudoxus Cindius l. Eudoxus Cnidius.
— 139. — 2. — Johann Herel l Johann Hevel.
— 147. — 1. — Athmen für l. Athmen.
— 172. — 7 von unten ſtatt gaben l. geben.
— 173. — 11 — — — annehmen l. einnehmen.
— 176. — 10. ſtatt (fig. 24.) l. (fig. 23.)
— 177. — 4. — die Culmination l. die Zeit der Culmination. Zeile 5. nach dem Worte, folget, ſetze hinzu, beobachten. Z. 19. ſtatt (fig. 24.) l. (fig. 23.)
— 185. — 14 u. 15. ſtatt Geſtandes l. Gegenſtandes. Z. 29. ſtatt demnach l. dennoch.
— 205. — 2. ſtatt dennoch l. demnach.
— 219. — 14. nach den Worten, offenbare Thatſachen, ſetze hinzu, welche zu dem Schluß berechtigen.
— 225. — 23. ſtatt = 466560 Cubiklinien, l. = 9674588160 Cubiklinien. Z. 25. ſtatt 1866240 l. 38698352640.
— 240. — 2. — (fig. 6) l. (fig. 5.)
— 245. — 16. — Vey l. Bey.
— 251. — 9. — fig. 32. l. fig. 33.
— 256. — 22. — nach Waſſer l. noch Waſſer.
— 276. — 11. — und dehne l. dehne.
— 311. — 17. — wichtige l. richtige.
— 320. in dem Alleg. β) ſtatt, de la tetre l. de la terre.
— 343. Z. 25. ſtatt mithin nun, l. mithin nie.

Seite

Seite 345. Zeile 19. ſtatt (fig. 28.) l. (fig. 48).
— 355. — 4. — Linien l. Linie.
— 370. — 15. — (fig. 54.) l. (fig. 55.)
— 375. — 7 und 8. nach den Worten, ganzen Birnprobe, ſetze hinzu, die Verdünnung der Luft.
— 402. — 14. muß das Wort, ebenfalls, weggeſtrichen werden.
— 428. — 18. ſtatt Bewegung l. Brechung.
— 433. — 4. — abcgef l. abcqef.
— 437. — 9. — fek l. fck.
— 453. — 16 u. 17 ſtatt ſpc l. ſpv.
— 461. — 8. ſtatt Leibart l. Leibarzt.
— 466. — 7. — gh l. gk.
— 514. — 15. nach bmgk, ſetze hinzu, zu betrachten.
— 526. — 3 von unten, ſtatt nicht l. iſt.
— 548. — 17. ſtatt dc l. di.
— 568. — 14. — daß auch, l. daß durch.
— 591. — 1. nach den Worten, Elemente, ſetze hinzu (fig. 84).
— 605. — 17. ſtatt nach welches, l. nach welcher.
— 640. — 12. nach den Worten, Himmel trüben; ſetze hinzu, umbilden. Z. 18. ſtatt Höhe l. Höfe.
— 654. — 20. ſtatt, zu wiſſen, l. zu meſſen.
— 667. — 4. — nur e Fuß, l. nur 2 Fuß.
— 690. — 19. — herleiten, l. herzuleiten.
— 752. — 12 u. 17. ſtatt, Bascowich, l. Boscowich.
— 815. — 22. ſtatt, Noch, l. Nach.
— 855. — 18. — col l. ced.
— 856. — 10. — und da, l. und daß.
— 876. — 11. — vor — E, l. von — E.
— 883. — 2. — unſicher, l. unſichtbar.
— 898. — 9 von unten, ſtatt, Brennſteins, l. Bernſteins.
— 959. — 11. ſtatt, geſtärktes, l. geſtörtes. Z. 12. ſtatt, Elektricität ſelbſt, l. Elektricität. Z. 15. ſtatt, betrage, l. beytrage.

Verbeſſerungen der Kupfertafeln.

Fig. 10. muß noch unter b der geraden Linie g geſetzet werden.
Fig. 24. muß noch an der Skale, wo d ſtehet, oben l geſetzet werden.
Fig. 61. muß noch der Buchſtabe a geſetzet werden.
Fig. 62. muß noch an die Linie, wo m ſtehet, der Buchſtabe o geſetzet werden.
Fig. 75. muß noch der Buchſtabe e geſetzet werden.

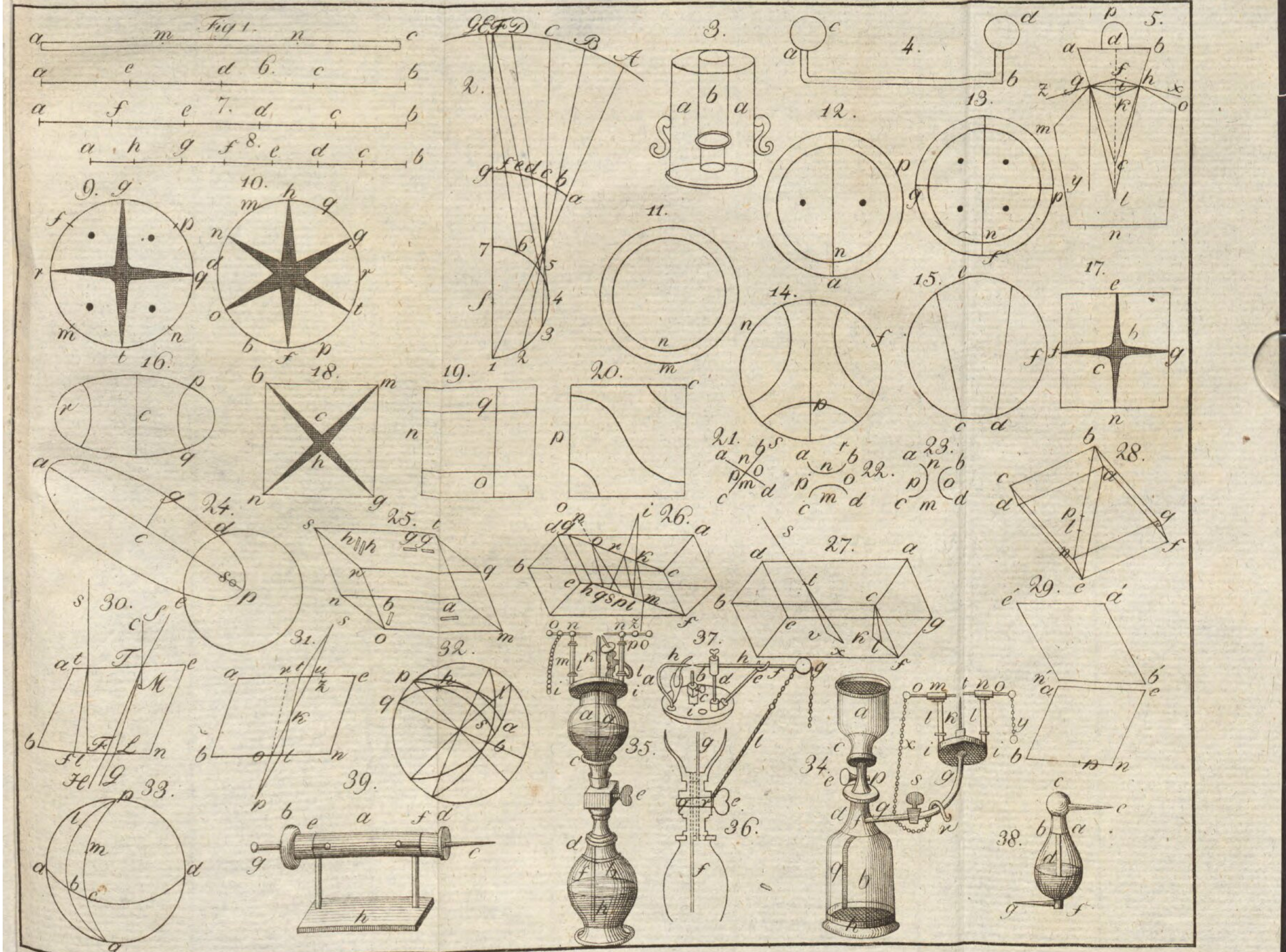
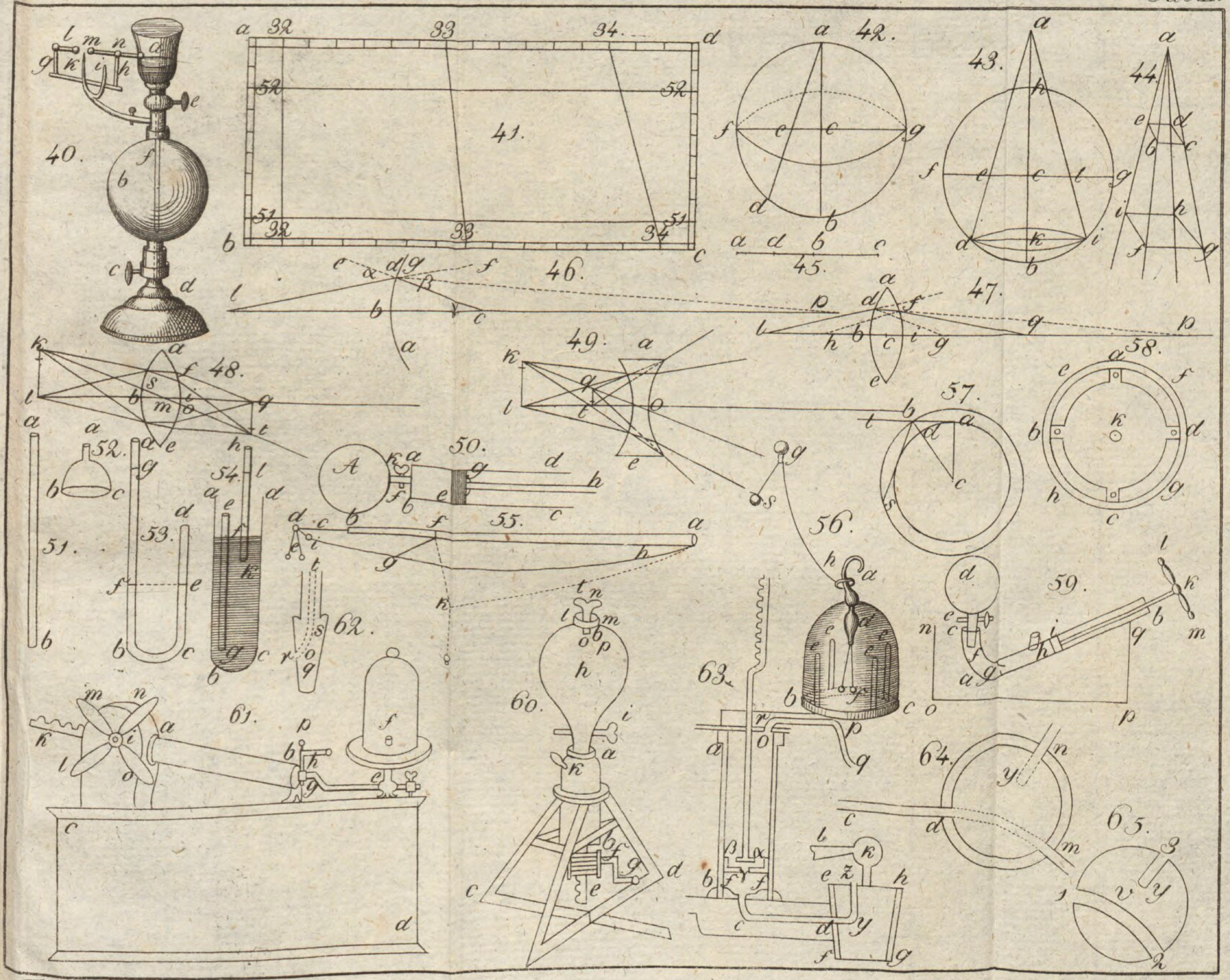
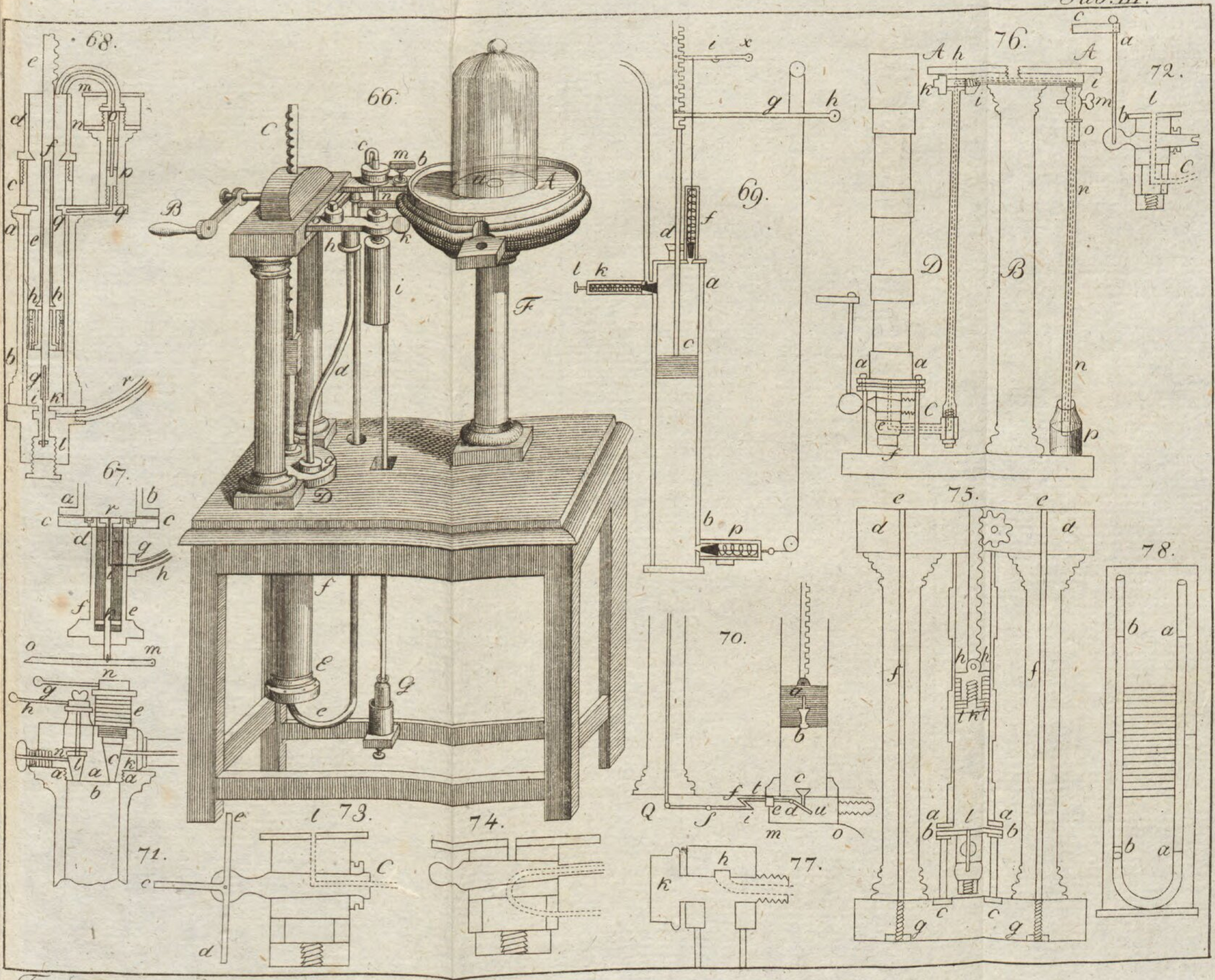


Fig. 1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.


40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.


68.
66.
69.
76.
72.
67.
70.
75.
78.
71.
73.
74.
77.

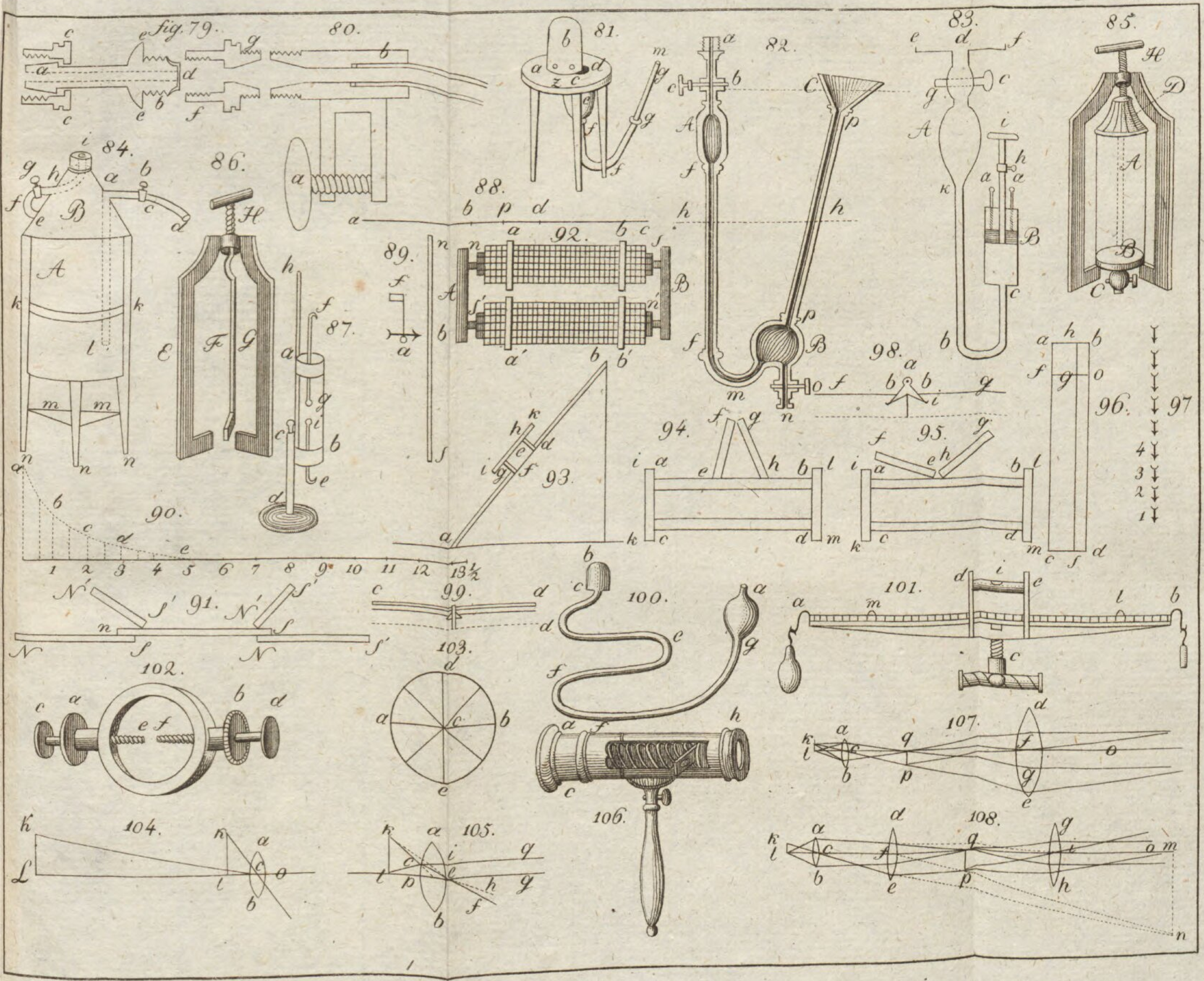
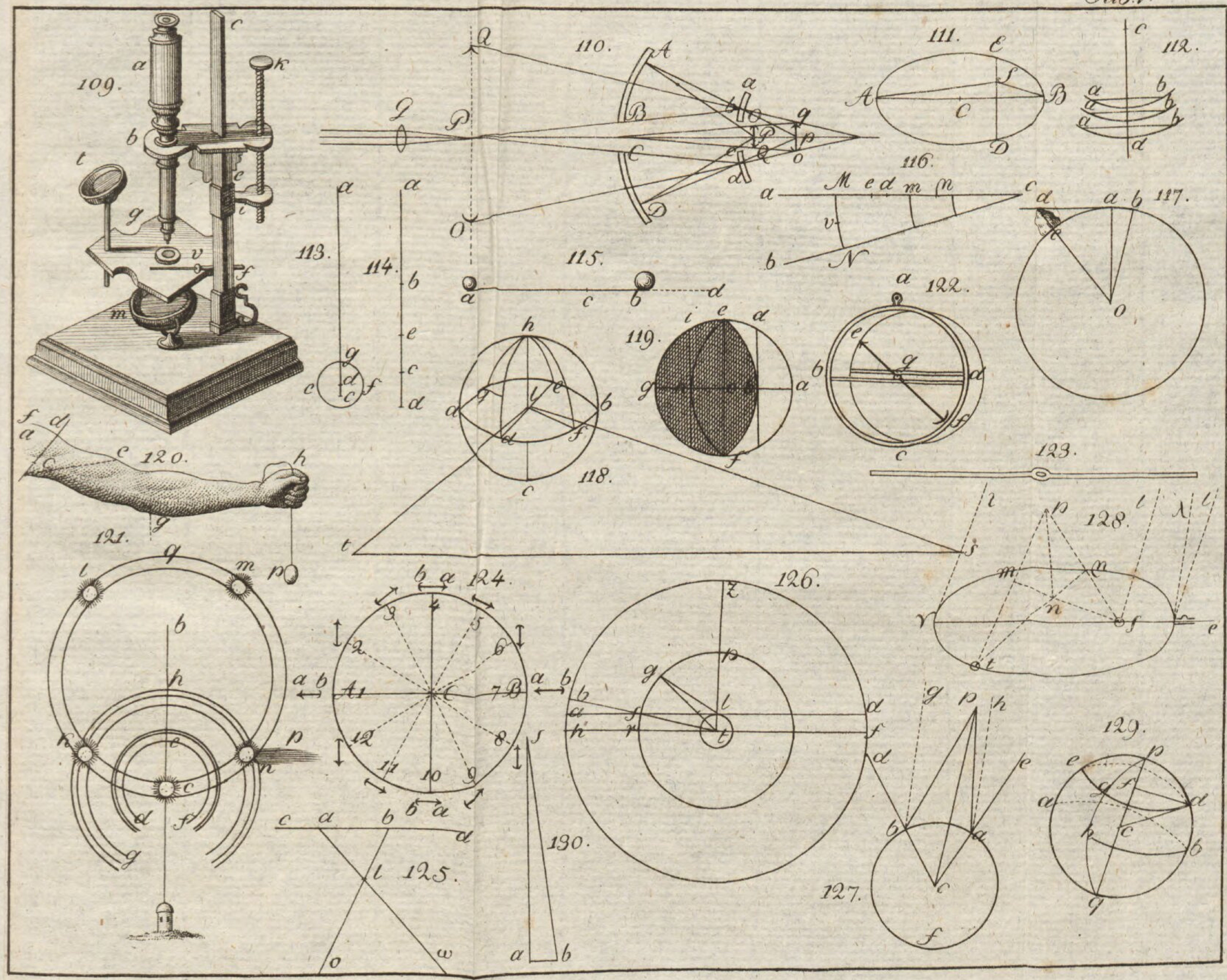
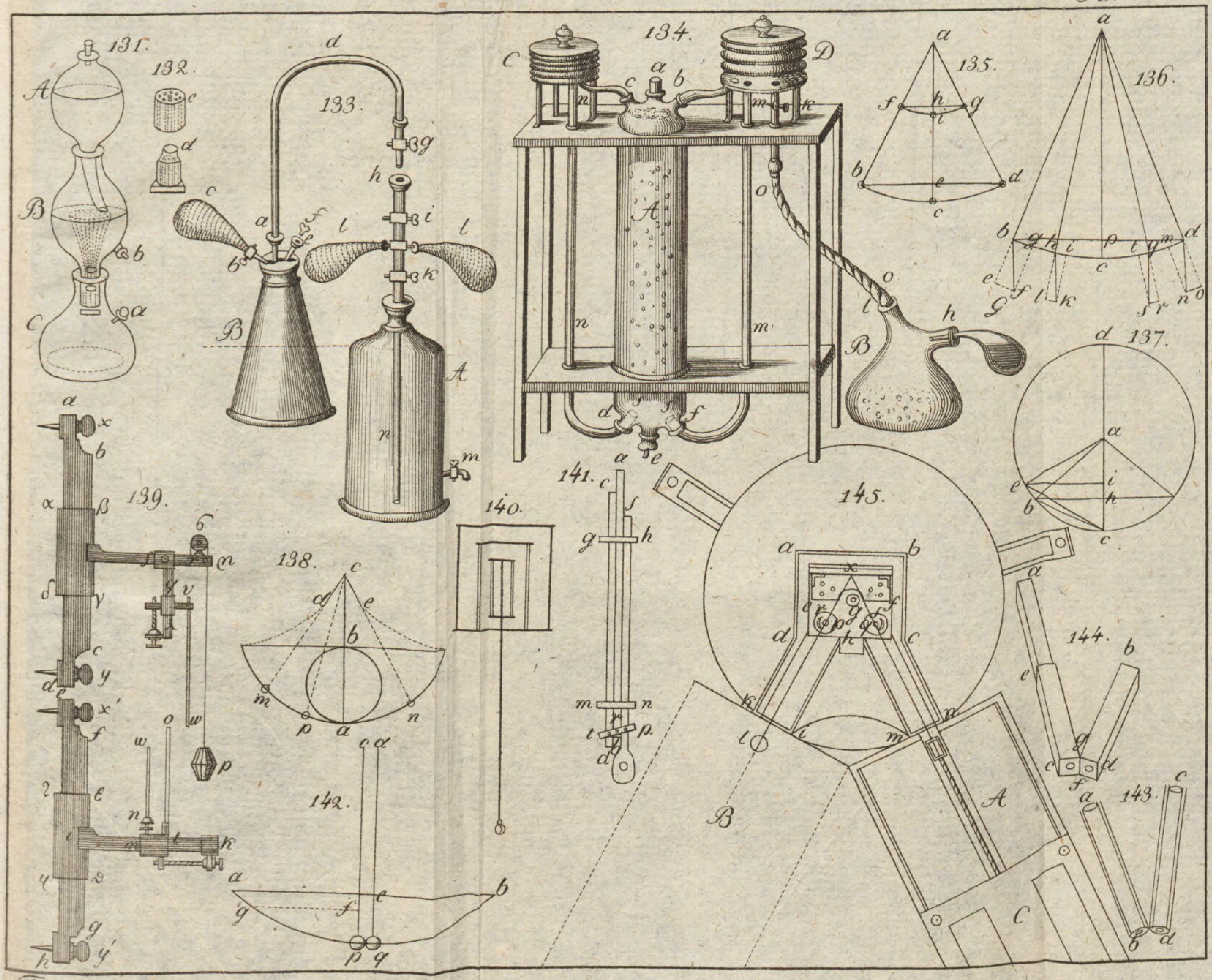


fig. 79.
80.
81.
82.
83.
85.
84.
86.
87.
88.
89.
92.
90.
93.
94.
95.
96.
97.
98.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13½
91.
99.
100.
101.
102.
103.
104.
105.
106.
107.
108.


109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.
116.
117.
118.
119.
120.
121.
122.
123.
124.
125.
126.
127.
128.
129.
130.


131.
132.
133.
134.
135.
136.
137.
138.
139.
140.
141.
142.
143.
144.
145.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl,

Physikalisches Wörterbuch oder Erklärung der vornehmsten zur Physik gehö
rigen Begriffe und Kunstwörter so wohl nach atomistischer als auch nach
dynamischer Lehrart betrachtet mit kurzen beygefügten Nachrichten von der
Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge in
Bd.: 3

Göttingen 1800

Phys.g. 121 b-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131017-6
VD18 90032853